

**DISEÑO PARAMÉTRICO ENFOCADO A DIAGNOSTICAR
ESPACIOS URBANOS DE PEQUEÑO FORMATO**

CARLOS ALBERTO MATALLANA RINCÓN

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ARQUITECTURA PAMPLONA**

2018

**DISEÑO PARAMÉTRICO ENFOCADO A DIAGNOSTICAR
ESPACIOS URBANOS DE PEQUEÑO FORMATO**

CARLOS ALBERTO MATALLANA RINCÓN

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:

JEMAY MOSQUERA TELLEZ

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ARQUITECTURA PAMPLONA**

2018

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su apoyo incondicional durante 5 años en este recorrido de aprendizaje, me enseñaron que la educación es lo más valioso y útil para recorrer este arduo camino lleno de experiencias.

A mi Familia, con quienes puedo contar en las buenas y en las malas, por el apoyo que me facilitan cuando los acontecimientos no son los mejores.

A mis amigos, Carlos, Jose, Yirni, su amistad favoreció mi crecimiento como persona y como amigo.

A mi director de trabajo de grado Jemay Mosquera, por brindarme valiosos conocimientos en el campo de la investigación y por su amabilidad.

A los docentes del programa de Arquitectura, ya que tuve la fortuna de poseer muy buenos docentes de los cuales me llevo la mejor reflexión sobre la arquitectura.

*A mis padres, por su empeño en conseguir
esta profesión juntos.*

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. DEL DISEÑO PARAMÉTRICO Y SU GÉNESIS	12
1.1 Análisis diacrónico del diseño paramétrico	13
1.2 Teorías y conceptos aplicados al diseño	22
1.3 Analogía digital y Arquitectura.....	32
2. ESCENARIOS DIGITALES	38
2.1 Dispositivos de diseño	39
2.2 Campos de acción: Del Contexto virtual a una proyección real	50

2.3 Consideraciones acerca del enigma digital	58
3. APLICACIÓN Y DESARROLLO PROYECTUAL.....	68
3.1 Modelos urbanos: Acerca del espacio urbano de pequeño formato.....	69
3.2 Flexibilidad digital: Facultad de las herramientas digitales	80
3.3 Diagnóstico digital: Dinámicas digitales sobre del espacio urbano	91
CONCLUSIONES	94
Referencias Bibliográficas	95
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1. Propuesta trabajo de grado	¡Error! Marcador no definido.

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Análisis diacrónico. Elaboración propia, 2018.	13
Ilustración 2: Giro gramatical. Elaboración propia a partir de Scott 1970.	14
Ilustración 3: Modelo de fuerzas por Gaudí y Curva catenaria Fuente: https://goo.gl/pkvs73 , https://goo.gl/BHFquG , 2018	16
Ilustración 4: Superficie reglada. Fuente: Elaboración propia, 2018.	17
Ilustración 5: Plasticidad en Gaudí. Fuente: https://goo.gl/P8MFdS , 2018.	17
Ilustración 6: Dibujo de figuras de cristales basado en parámetros. Fuente: James Dana 1837.	18

Ilustración 7: Síntesis del diseño paramétrico .	21
Ilustración 8:Esquema percepción. Elaboración propia	23
Ilustración 9: Esquema sensibilidad. Elaboración propia	24
Ilustración 10: Esquema estética. Elaboración propia	26
Ilustración 11: Esquema forma. Elaboración propia a partir	27
Ilustración 12: Esquema función. Elaboración propia	29
Ilustración 13:Esquema habitar. Elaboración propia	30
Ilustración 14:Esquema espacio. Elaboración propia	31
Ilustración 15: Perspectiva, 2018.	40
Ilustración 16:Axonometría, 2018.	40
Ilustración 17: Planta, corte y alzado	41
Ilustración 18: Villas de Palladio por Rudolf Wittkowe, 1958.	42
Ilustración 19: Tipologías en Compendio de	43
Ilustración 20: Ejemplo de diagrama, en la cual no solo se representa el objeto	44
Ilustración 21: Diagrama de relaciones morfogénéticas. Casa Guardiola, Cadiz,	45
Ilustración 22: El ordenador como medio de	47
Ilustración 23: Taller de dibujo, antes de los sistemas CAD.	47
Ilustración 24: Museo Guggenheim por	48
Ilustración 25: El sistema BIM como medio de desarrollo.	52
Ilustración 26: Sistema de corte de plasma CNC, estos sistemas permiten	53
Ilustración 27: Apropiación del espacio urbano con el	56
Ilustración 28: Ejemplo de render, el cual expresa la satisfacción del	61
Ilustración 29: Posturas digitales. Fuente: Miret, 2014.	62
Ilustración 30: Remanentes urbanos.	76
Ilustración 31: remantes viales.	76
Ilustración 32: Contenido en 2 paramentos	77

Ilustración 33: ubicación abierto.	77
Ilustración 34: contenido en 3 paramentos.	77
Ilustración 35: oreja/aguja.	78
Ilustración 36: isleta	78
Ilustración 37: Glorieta o península.	79
Ilustración 38: Un modelo de UNIVAC 1108 del año 1969. El cambio en el tamaño de las computadoras fue el gran impulso para que fuera más accesible.	81
Ilustración 39: Interfaz gráfica de Grasshopper, en la cual los algoritmos	82
Ilustración 40: Superficies en Rhino, izq. superficie en visualización alámbrica, der. Superficie en modo sombreado. Fuente McNeel & Associates 2014.	83
Ilustración 41: Cualidades de los puntos. Muchos puntos pueden generar la sensación de sombras u objetos sólidos. Fuente http://www.arededibujo.es , 2018.	85
Ilustración 42: Diagrama que demuestra las fases usadas para el análisis de los espacios urbanos, otra vez del uso de medio digitales.	86
Ilustración 43: Fases del proceso de representación paramétrica, en la cual, se ponen de manifiesto elementos básicos del dibujo (punto, línea, geometrías) en las cuales actúan variables de manipulación matemáticas. Elaboración propia, 2018.	88
Ilustración 44: Cruce de variables geométricas, las cuales permiten un mejor análisis de la información para dar un diagnóstico acertado. Elaboración propia, 2018.	89
Ilustración 45: el espacio es ahora ocupado por objetos solidos, estos permiten al diseñador observar los puntos de enfoque desde otra dimension. Elaboración prooia, 2018.	90
Ilustración 46: Localización a nivel nacional, Colombia - Norte de Santander - Pamplona.	91
Ilustración 47: elementos del espacio urbano, y su representación digital. Elaboración propia, 2018.	92
Ilustración 48: aproximaciones al ejercicio de diagnóstico urbano. Elaboración propia, 2018.	93

Índice de tablas

Tabla 1: Herramientas digitales en el taller de arquitectura	65
--	----

INTRODUCCIÓN

Actualmente el diseño paramétrico se percibe como el nuevo paradigma del diseño en arquitectura, este se ve obligado a ser objeto de censura por aquellos argumentos que desprestigian su uso y se expresan solo a manera de impedir la comprensión de este utensilio que es uno más de todas aquellas herramientas que tienen la posibilidad de ser parte fundamental para el diseño en arquitectura. La expansión del diseño paramétrico ha sido tan significativa para la época que su crecimiento se ha concentrado en profesiones como el diseño industrial y la arquitectura, caracterizándose por su manejabilidad y alta compatibilidad relacionada a la creación de formas geométricas complejas, originalmente concebidas solo en el pensamiento virtual del diseñador en cuanto a lo que a su ejercicio de innovar corresponde.

Se pretende en esta investigación despejar dudas acerca de la desinformación y el manejo de las funciones que podría llegar a otorgar este nuevo medio de diseñar en arquitectura, ya que como nuevo paradigma del diseño se ve obligado a estar un poco alejado de estudiantes y docentes por el bajo uso o poco conocimiento que se tiene de esta herramienta. Asimismo, se considera que el uso de este nuevo método de diseñar suplantará a los anticuados procedimientos utilizados en la arquitectura.

Es de aclarar que el uso del diseño paramétrico originalmente está concebido para dar respuesta a una exploración de condiciones geométricas/matemáticas que luego se cruzan en un proceso de análisis de las variables o determinantes que previamente se recolectan, para posteriormente simular una solución parcial de la problemática por la cual parte el proceso de diseño. Es así que, para la presente investigación se plantea fundar una nueva característica adaptada a esta herramienta de diseño, y es la posibilidad de diagnosticar, por medio de variables/parámetros, espacios urbanos de pequeño formato, obteniendo de esta manera resultados paramétricos con condicionantes propias del espacio urbano. Por lo que, el diseñador tiene la facultad de elegir a partir del desarrollo de resultados, una estrategia disponible que usara para optimizar y aplicar alguna de estas sobre cualquier ejercicio práctico acorde a su juicio.

La intención de aplicar el diseño paramétrico como herramienta enfocada a diagnosticar espacios urbanos de pequeño formato, es con el fin de implementar esta herramienta en un ejercicio sencillo y real sobre un espacio que cumpla con las características de esta pequeña categoría establecida en la trama urbana y así comprender el uso de la herramienta como una alternativa emergente a las nuevas formas de comprender los espacios urbanos. Y para esto se exploran los orígenes del diseño paramétrico a través de la historia, examinando momentos considerados importantes para dar fundamento al concepto inicial de la investigación; el estudio se complementa con un análisis diacrónico de la historia, en el cual se observa la información en diversos momentos del tiempo considerados oportunos para después resaltar su relación directa con el diseño.

Así mismo, se fortalece la confianza al lector recién iniciado en el diseño paramétrico, y se orienta sobre estas alternativas que procuran interpretar los espacios urbanos por medio de herramientas digitales despejando dudas de cómo se relacionan lo manual/analógico hacia una metodología de diseño digital/investigativa. Consecutivamente, con el entendimiento y el uso de la herramienta digital, se procede a implementar los conceptos sobre un espacio urbano de pequeño formato, en una problemática de tipo real, ubicada en el municipio de Pamplona Norte de Santander, sobre el cual se aplica la teoría y conceptos necesarios para apropiarse un diagnóstico urbano sobre el cual el diseñador opta por aplicar el mejor procedimiento en pro de la viabilidad del espacio urbano.

El diseño paramétrico opta siempre por explorar y tener la capacidad de manejo sobre múltiples eventos que están dirigidos hacia la mejora o solución de una problemática, resaltando lo mejor de ese procedimiento obtenido por el diseñador y con la condición de ofrecer una visión mucho más clara sobre la solución. Es preciso esclarecer que la mayoría de los resultados que ofrecen las herramientas digitales se destacan por poseer bastante contenido visual, y es por esto, que el imaginario colectivo del concepto “*Diseño paramétrico*” se enmarca en una representación visual de carácter irreal, aprisionando al usuario final con formas complejas. Esta primera caracterización del concepto por parte de un espectador, provoca una falsa interpretación de la aplicación para la planteada en esta investigación, donde se omite esa cualidad de la producción digital del objeto arquitectónico y en cambio se plantea analizar el espacio, siendo este el contenedor del objeto. El espacio urbano seleccionado es el argumento más cómodo para implementar dicha herramienta de diseño, ya que permite asimilar de igual manera en el momento de su uso una simbiosis entre diversas disciplinas, lo cual le concede mayor ventaja sobre otras metodologías relacionadas al diseño con el fin de satisfacer la finalidad del habitar que ofrece el espacio urbano para con el ser social que es el hombre.

Se implementa una estructura metodológica ajustada a una relación pendular de la información, porque esta permite el análisis cualitativo de los datos en diversos momentos de la historia sobre un sin número de autores que han concebido bases y criterios que abarcan diversas áreas del conocimiento relacionadas a la arquitectura. Los componentes obtenidos se reconocen como los adecuados para diferenciar mediante una relación analógica cada uno de estos y enlazarlos al núcleo sistémico que genera el diseño paramétrico dentro de la investigación.

Esta información se organiza y desarrolla en tres grandes unidades/capítulos. En el primero: DEL DISEÑO PARAMÉTRICO Y SU GÉNESIS, se estudian hechos y momentos de la historia seleccionados como necesarios para enunciar una definición propia sobre el diseño paramétrico, además, se establecen conceptos y teorías que se disponen sobre el proceso de diseño, teorizando autores que experimentan sus sensaciones sobre el concepto y aplicando este a la época actual con su incorporación a la profesión. En el segundo capítulo: ESCENARIOS DIGITALES, se analiza y se compilan algunos dispositivos de diseño

considerados óptimos para su evaluación y siguiendo con el recorrido pendular de la información y su estudio diacrónico, seguidamente se compilan estas herramientas digitales para lograr su introducción en los campos de acción de la arquitectura, y como son capaces de combinarse con el objeto de desarrollo y su contexto natural. Luego se exponen a discusión algunas consideraciones sobre las cuales se viabiliza el uso de las herramientas digitales para el iniciado en arquitectura, y como desde la academia estos procesos dan a entender que los nuevos paradigmas en arquitectura son necesarios para garantizar un mayor empoderamiento de la profesión. En el último capítulo: **APLICACIÓN Y DESARROLLO PROYECTUAL**, el cual se exponen los espacios urbanos como elementos esenciales de la trama urbana y componentes óptimos para el habitar del hombre, también se promueve una caracterización de las herramientas digitales óptimas para la implementación del diseño paramétrico, seguidamente su aplicación como herramienta de diagnóstico aplicada en un espacio urbano en el municipio de Pamplona.

CAPITULO I.

DEL DISEÑO PARAMÉTRICO Y SU GÉNESIS

1. DEL DISEÑO PARAMÉTRICO Y SU GÉNESIS.

El presente capítulo pretende dar un breve y distintivo recorrido histórico referente al diseño paramétrico, a través de esplendidos sucesos originados por intelectuales de diversas áreas y por supuesto de la arquitectura. Seguidamente, se analizan y exponen conceptos y teorías claves influyentes sobre como los procesos de diseño experimentan pequeñas alteraciones de acuerdo a las dinámicas de su época, generando así una constante en el desarrollo de nuevos paradigmas para el diseño. Posteriormente, se relaciona la aplicabilidad de dichos conceptos y paradigmas en arquitectura para la época actual, que prospera sobre la eficaz utilidad de la innovación digital y su frecuente incorporación a diversas áreas de la profesión, teniendo en

cuenta que todos estos beneficios hacen de la arquitectura una profesión supremamente útil para el desarrollo y mejora de la sociedad en su entorno inmediato.

1.1 Análisis diacrónico del diseño paramétrico.

El diseño paramétrico es sin duda el nuevo paradigma del diseño en la arquitectura actual que incentiva a comprender las recientes invenciones en el campo de la construcción. Para la presente investigación se indagará sobre los posibles orígenes del concepto, ya que a través de la historia relevantes personajes han hecho uso del mismo, sin percatarse de estar utilizando tan sobresaliente adelanto para la actualidad.

Ahora bien, para expresar la idea del diseño sobre un cuerpo arquitectónico, es necesario extraer la información por medio de un análisis diacrónico. Este se puede definir así: "*los estudios diacrónicos, nos permiten analizar cómo han ido evolucionando las ideas científicas sobre un tema o problema a lo largo de la historia*" (Gobierno de Canarias, 2018). De este modo, para dar una definición acertada del concepto para la época actual se requiere cultivar fundamentos y manifiestos de hombres decididos a descubrir lo inesperado en el campo de todas las posibilidades, para dar cabida al concepto de *Diseño Paramétrico*. Dichos elementos tienen una trayectoria pendular en el tiempo, con lo cual se puede generar una simbiosis de la información y abordar un análisis más completo desde su recorrido histórico.

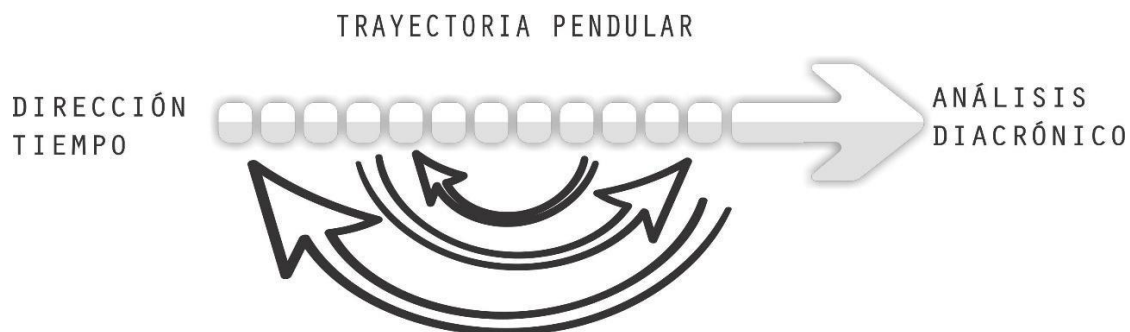


Ilustración 1: Análisis diacrónico. Elaboración propia, 2018.

Para proceder con los saltos históricos relevantes al diseño paramétrico, se estudia como primera medida el concepto dividiéndolo en dos partes principales: Diseño – Paramétrico, lo que posibilita el análisis de cada elemento y el reforzamiento de las características propias

acerca de su posible génesis como elemento de desarrollo proyectual. Como primera parte, se estudia el concepto *diseño*, siendo este un componente igual de importante como su posterior complemento.

Usualmente, cuando se contempla un objeto, el observador intenta ver más allá del elemento en sí, trata de encontrar la intención del autor, el porqué de su forma, su color, su aspecto en general, en pocas palabras, el porqué de su diseño. Para Scott (1970) la palabra *diseño* coloquialmente se enmarca en un carácter de atractivo mágico, ya que se ha utilizado su prestigio para vender de todo, desde automóviles hasta cigarrillos. Actualmente, hay un cambio producido en el significado general que se asigna a dicha palabra, puesto que tiempo atrás, diseño como concepto representaba todo aquello formado en un bosquejo bidimensional, así que podíamos decir formalmente cosas tales como: diseño arquitectónico, diseño de puentes, etc., y lo más seguro es que siempre se imaginara un esquema de carácter decorativo.

Scott (1970) caracteriza el cambio de la palabra diseño en un sentido gramatical, ya que antes el antiguo diseño era un sustantivo y para este el núcleo de atención era la idea del esquema, mientras que ahora el nuevo concepto de diseño es un verbo y se manifiesta en una actividad que está presente en las dinámicas de la vida cotidiana. Este cambio de rumbo en la expresión del diseño, de sustantivo a verbo, influye en nuestra forma de pensar y se entiende ahora como lo que realmente es: una disciplina del ser humano elemental, que siempre ha coexistido como una capacidad básica de nuestra civilización. Ahora bien, considerando el diseño como un acto fundamental hacia cualquier actividad, se puede deducir, que en algo tan simple como la acción de cocinar, ya se generan unas dinámicas de descripción básicas las cuales se pueden materializar hacia un concepto formal de diseño.

Acorde a lo anterior, se puede proporcionar una definición un tanto semejante para el concepto de diseño como “un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico” (ARQ, 2001). Así, se deduce del diseño como un método de acción, un tanto más práctico, que de igual manera se compone de ciertas condiciones elaboradas y requiere de habilidad por parte del diseñador reconocer tales determinantes y sus limitaciones. En consecuencia, el diseño va dirigido claramente a la necesidad, y es por esta naturaleza que se convierte también en un modelo colectivo y no individual, teniendo en

cuenta que se reconocen aquellos idealistas que estuvieron antes y de los cuales se conservan sus generosos aportes para el desinteresado bien del conocimiento.



Ilustración 2: Giro gramatical. Elaboración propia a partir de Scott 1970.

Ahora, situados en otro punto de la historia, es importante resaltar un visionario primordial en la historia del diseño, pero con relación a la Arquitectura. Antoni Gaudí (1852-1926), quien se inspiraba en los cánones perfectos de la naturaleza y optaba por su noble participación en sus creaciones usando su forma y estructuras; al mismo tiempo, conviene destacar la poca capacidad que veía Gaudí en su método, para solucionar problemas de tipo arquitectónicos que lo hacía desconfiar, según resalta Kliczkowski (2003):

La simplicidad, la inmediatez en la contemplación de la naturaleza para resolver problemas arquitectónicos hacia desconfiar a Gaudí de los complejos cálculos matemáticos, por lo que optaba por efectuar comprobaciones empíricas. Este método le llevo a realizar numerosos experimentos para calcular las cargas de una estructura o la forma final de un ornamento (p.4).

Son estos pequeños ejercicios de prueba-error que Gaudí, sin tomar en cuenta aquellos procesos matemáticos que pasaba por alto, estaba generando mecanismos para dar solución a problemas comunes en sus edificaciones, estableciendo así algoritmos implícitos en su

forma de diseñar. Es en estos hechos donde nace un parámetro virtual que sirve como base y principio de diseño de lo que fuese a corto plazo su forma característica de diseñar, empleando para sus ejercicios maquetas hechas con hilo, cadenas y saquitos; y analizando posteriormente estas con fotografías o con espejos para así realizar la construcción de sus complicadas obras y formalizar un modelo analógico propio como principio de diseño.

“Uno de los elementos empleados profundamente por Gaudí es la curva parabólica o catenaria” (Rivera, 2009, pág. 2), el uso de arcos era muy común en la obra de Gaudí, en particular, en la Sagrada Familia se emplean como parte de la estructura y elementos decorativos que poseen gran resistencia “ya que la catenaria distribuye regularmente el peso que soporta, sufriendo únicamente fuerzas tangenciales que se anulan entre ellas...” (Rivera, 2009, pág. 2). Esta es la principal característica por la cual Gaudí empleaba esta clase de arcos en sus diferentes categorías. Posteriormente se realiza un proceso de inversión con el cual se formaban sus muy distinguidas cúpulas. Para lograr así “un diseño inteligente que posibilitaba la combinación de múltiples variables en una exploración dinámica de formas” (Fraile, Minafro, & Piantanida, *Arquitectura del siglo XXI: El uso de modelos paramétricos digitales para la ideación del proyecto contemporáneo*, 2016).

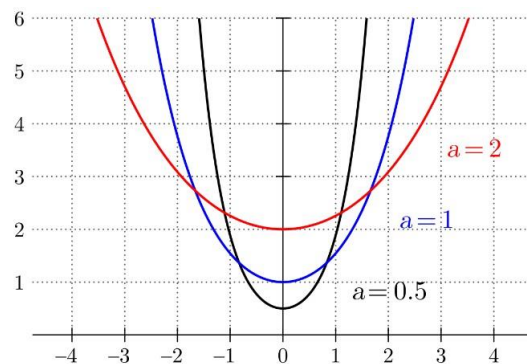


Ilustración 3: Modelo de fuerzas por Gaudí y Curva catenaria Fuente:

<https://goo.gl/pkvs73>, <https://goo.gl/BHFquG>, 2018

Según el Instituto Cervantes (2003), uno de los principales retos de diseño en las obras Gaudianas, es la complejidad en su geometría, ya que al estar inspiradas en las formas

originales que otorga la naturaleza tales como, hipérbolas, parábolas, espirales, elipses etc., se encuentra con la fortuna de apreciar una geometría de superficies regladas, como concepto un poco adelantado para su época en la medida que es contradictorio a la geometría euclidiana, entendida como la más utilizada en la arquitectura y caracterizada por el uso de las formas regulares (cuadrados, rectángulos y triángulos, entre otros). Es muy común, observar en Gaudí la plasticidad y el ornamento considerablemente elaborado en sus construcciones, dada su habilidad para mezclar entre lo nuevo y lo antiguo, lo original y lo tradicional, lo bello y lo útil, lo evidente y lo arcano, lo personal y lo colectivo (Instituto Cervantes , 2003).

Adquiriendo ahora las superficies regladas como parámetro virtual indivisible, estas se definen así: “una superficie reglada es la superficie generada por una recta de dirección variable que se mueve sobre una curva, llamada curva base o directriz” (Rosado, 2016). Las superficies regladas más comunes son el cono y el cilindro y estas son muy usadas por Gaudí ya que, aprovecha su volumetría tridimensional para formalizar sus edificaciones y enriquecer su utilidad en cuanto a estructura y función, dando así más estabilidad en el tiempo a las mismas. Una superficie reglada tiene siempre una parametrización, esto corresponde a que se determinan ciertos caracteres de información para el proceso de construcción de dicha geometría.

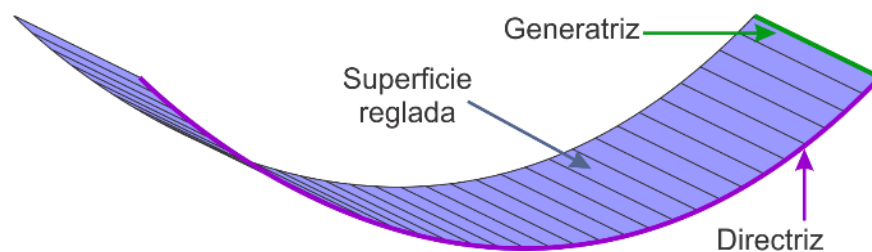


Ilustración 4: Superficie reglada. Fuente: Elaboración propia, 2018.



Ilustración 5: Plasticidad en Gaudí.
Fuente: <https://goo.gl/P8MFdS> , 2018.

El uso virtual de las matemáticas en las obras de Gaudí, ofrece la continuación con el desglose del concepto principal a tratar en esta investigación. Según Davis (2013) el término *paramétrico* se origina en las matemáticas. Esto, dado a la compleja investigación realizada para su tesis doctoral, en la cual, profundiza sobre la posible procedencia del término y expone una breve discusión de algunos autores y sus investigaciones sobre el uso y la descripción del concepto en diversas áreas del conocimiento. Uno de estos autores que resalta Davis (2013), de acuerdo nuevamente a que “el diseño paramétrico tiene una larga historia en matemáticas”, es James Dana, quien en 1837 escribe un artículo sobre el dibujo de figuras de cristales, en el cual indica que por medio de una serie de pasos se pretende orientar a un usuario como dibujar una gama de cristales usando un lenguaje basado en parámetros.

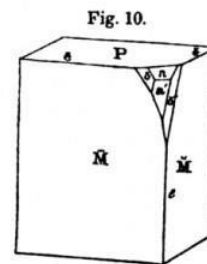
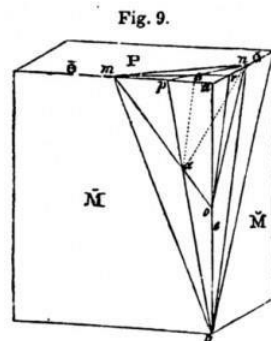


Ilustración 6: Dibujo de figuras de cristales basado en parámetros. Fuente: James Dana 1837.

Del mismo modo, Navarrete (2014) describe el concepto dentro de un carácter imparcial para después situar su relación con las matemáticas:

Un parámetro es un dato que es tomado como necesario para analizar o valorar una situación...para las matemáticas, un parámetro es una variable que permite identificar, en una familia de elementos, a cada uno de ellos mediante su valor numérico (pág. 65).

Está claro entonces, el enlace existente entre el concepto y su principal área de acción, como también el hecho de estar en la necesidad de servir como apoyo y complementar otro punto de partida a una nueva percepción en distintas áreas del conocimiento y así organizar gran parte de la realidad y moldearla según las circunstancias obtenidas.

Por lo tanto “los parámetros tienen la función de expresar rangos, límites y configuraciones específicas. Un mismo modelo paramétrico puede entregar diferentes resultados según varíen los parámetros que lo controlan...” (García Alvarado & Lyon Gottlieb, 2013). Esta facilidad de generar múltiples opciones de acuerdo a la información proporcionada, asegura el concepto como posible alternativa a resolver diferentes ejemplos de una problemática o también si se quiere aumentar las posibilidades de obtener más resultados. Y es tal la importancia de esta definición, la cual se convierte en parte fundamental de cualquier tipo de proceso y lleva consigo una fase de observación superficial en la cual se obtienen las condicionantes que se necesitan para el desarrollo de una actividad específica ya sea la continuación de una fórmula matemática o el diseño de un objeto arquitectónico.

Se plantea entonces, el nacimiento de una polémica acerca de cuándo los diseñadores empezaron a usar el término paramétrico (Davis, 2013). Pero no se trata acá de determinar sus orígenes técnicos y etimológicos, pues dada la complejidad para indagar en los incontables sucesos históricos y el divagar de numerosos autores, se propone dar una corta aclaración sobre la diversidad del término. Es la unión de ambos conceptos (Diseño - Parámetro) lo que genera el nuevo paradigma del diseño para la actualidad, y se logra unificar de la siguiente manera, “el diseño mediante parámetros, o diseño paramétrico, posibilita la

relación de variables y datos, a partir de criterios preestablecidos, pudiendo manipular sus propiedades...” (Fraile, Minafro, & Piantanida, 2016, pág. 2). Ahora, esta manipulación de variables se combina en un proceso de diseño directamente relacionado a mejorar y optimizar el resultado final, ya que es el usuario quien escoge los parámetros que destaquen para un adecuado uso de la información.

En consecuencia, el diseño paramétrico se refiere a la vinculación entre aspectos formales del proyecto, que se pueden modificar durante su desarrollo (Woodbury, 2010). Se puede considerar como un proceso en constante evolución siempre en pro del crecimiento proyectual, ya sea a corto o largo plazo y no solo con referencia a una propuesta formal de diseño, ya que lo que se quiere es llegar a desvanecer la cantidad de conflictos en un modelo proyectual y así cumplir con la naturaleza de la necesidad. Y es la necesidad la que genera mayores posibilidades de adquirir variables para utilizar en dicho proceso de diseño.

Por otra parte, para Kaled (2016) el diseño paramétrico siempre ha estado familiarizado en las actividades relacionadas con un fin creativo:

Este término implica la representación de un objeto creado a partir un sistema de operaciones asociadas, que son controladas por límites y variables impuestos por el diseñador. Colocando esta definición en perspectiva, se podría afirmar que todos los diseñadores e incluso artesanos trabajan de esta manera debido a que aun en los procesos ahora creativos más básicos se tienen en cuenta un sinfín de parámetros a relacionar, como lo serían las formas, materiales, colores, dimensiones, procesos de fabricación, normativas, presupuestos y plazos de entrega. (pág. 44)

Por lo tanto, cualquiera que sea el origen y fundamento de un problema, este se ve en la necesidad de orientar al proyectista hacia la cantidad de parámetros que se consideren óptimos para suplir y mejorar dicha problemática. Al respecto, el diseño paramétrico como acto creador se fundamenta también con la idea de ser una herramienta que descubre la capacidad de obtener soluciones viables con pocos recursos los cuales se plantean como necesidades inútiles a la hora de adelantar el desarrollo final de lo que se propone.

En consecuencia, y para concretar una definición propia de la presente investigación, el

“Diseño Paramétrico” se determina como un enfoque con una posición sistémica de las necesidades virtuales que el diseñador contempla mediante una visión de carácter metódica hacia la viabilidad de un producto final de acuerdo a la naturaleza del problema.

El diseño paramétrico se presenta, para algunos, como una pieza clave que podría liberarnos de las concepciones clásicas del diseño (Fraile, 2012). Con lo anterior, no lo solo se expone una concepción clásica o antigua, sino que de cierto modo hace alusión a la innovación, teniendo en cuenta que siempre innovar será difícil en cualquier campo relacionado con el diseño, ya que Implica ser diferente, buscar alternativas fuera del común y es el diseño paramétrico el concepto clave para el entendimiento de la nueva era en arquitectura.

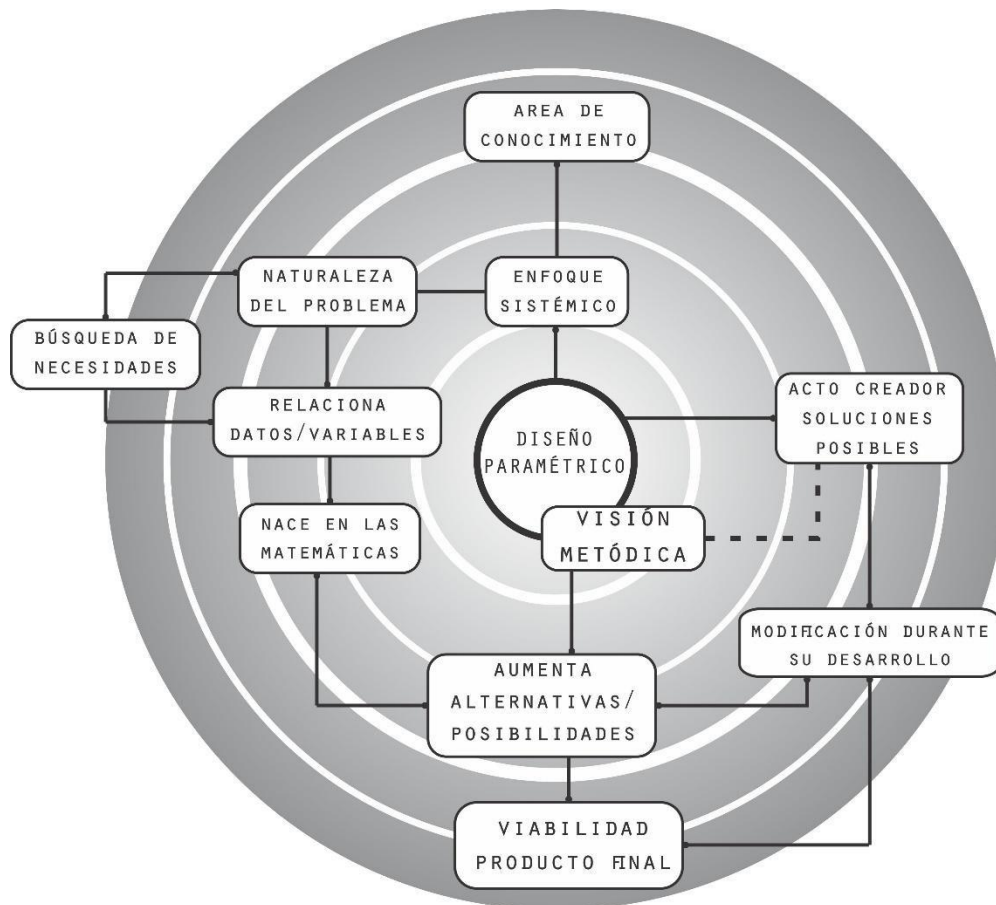


Ilustración 7: Síntesis del diseño paramétrico .

Elaboración propia a partir de referencias teóricas, 2018.

1.2 Teorías y conceptos aplicados al diseño.

Para la actualidad, la arquitectura es el resultado de un interminable proceso evolutivo que se realiza en pequeñas fases sobre las cuales eventualmente ciertos sucesos conectados con la arquitectura nacen aleatoriamente y se logran destacar en diferentes momentos de la historia, y son estas manifestaciones las que resaltan debido a su eficiente uso en el campo de diseño y la construcción. Le Corbusier (1887-1965) se expresa hacia esta evolución en la arquitectura como una constante la cual genera diversas maneras de pensar y entender los conceptos a través del tiempo y lo manifiesta con el siguiente enunciado: “la arquitectura debe de ser una expresión de nuestro tiempo y no un plagio de las culturas pasadas”.

Siendo así, que ver hacia el pasado solamente generaría una devoción por las creaciones del ayer, precisamente lo manifestaba el mismo Le Corbusier que el nuevo estilo siempre tratara de dominar al anterior y es así que se logra un avance exponencial de nuevos resultados confrontando el presente con el pasado.

Igualmente, cada periodo cultural produce un arte que le es propio y que no puede repetirse (Kandinsky, 1989) y a medida que una tendencia adquiere fuerza en el campo de la arquitectura esta llega al punto de sobreponerse a sus antecesoras para convertirse en el nuevo auge, a tal manera de quedarse como el estilo que representará determinada época. Para la presente investigación se dejarán de lado los conceptos o principios básicos de composición usados en el diseño como: ritmo, repetición, simetría, escala etc., aquellos que fueron contemplados por la arquitectura y dieron origen a su formación. Ahora, se manipularán y trataran conceptos y teorías que no se consideran muy usuales o tradicionales, pero su aplicación en el campo del diseño es muy extensa, y requiere por parte del diseñador una nueva concepción del diseño un poco más aventurada de lo que se quiere llegar a crear para el usuario final.

Por consiguiente, la *percepción* es un concepto que está muy ligado al diseño porque a medida que el usuario observa un objeto y lo asimila a su ser, empiezan a actuar en él ciertas fuerzas que corresponden a una característica generada por el elemento que impactan la forma visual de contemplar la intención del autor. Kepes (1969), reflexiona que la percepción de una imagen es por sí misma un hecho creador, ya que sus estudios son resultado del

comportamiento entre las fuerzas internas y externas del individuo y recalca que “la visión es el proceso de acción del ojo”(pág. 81), esto recuerda un suceso muy notorio, como cuando se está observando un paisaje con montañas y un río, en el cual se puede hacer un análisis espacial de lo que se ve, donde se encuentra, la extensión etc., mientras se forma una relación consigo mismo; que cuando se observa algo similar en un plano gráfico, ya que se está limitando el campo visual a las dos dimensiones del plano.

Al observar una imagen, inconscientemente el usuario está organizando diferentes tipos de sensaciones haciendo referente a un significado con relación a la imagen gráfica, Kepes (1969) se interesa por la importancia de las sensaciones con respecto a la imagen gráfica, y explica la importancia del lenguaje de la comunicación visual, haciendo referencia a las sensaciones que son capaces de generar las superficies gráficas. Esta sensibilidad creada a partir de una imagen genera en el usuario satisfacción o desagrado con referencia hacia lo que se está observando de acuerdo a su primera impresión. Así, el creador de la obra se convierte en un manipulador de la sensibilidad que se encuentra implícita en la misma, conforme a la manejabilidad de recibimiento visual por parte del usuario.

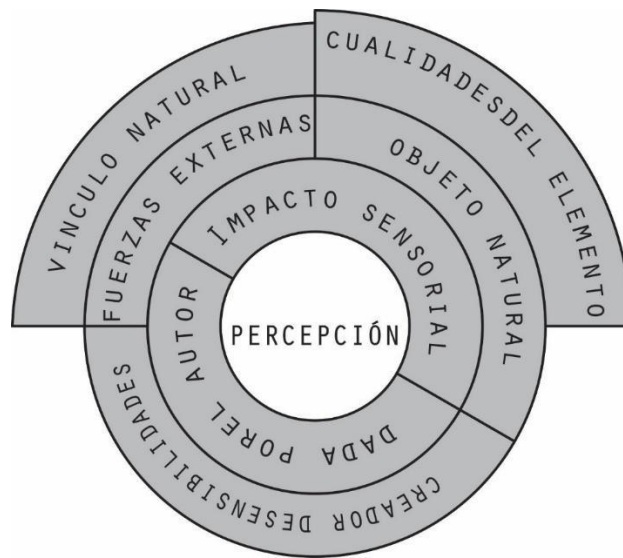


Ilustración 8: Esquema percepción. Elaboración propia a partir de referencias teóricas, 2018.

La *sensibilidad* del usuario se ve afectada principalmente por la acción de la vista, y esta obstaculiza las demás impresiones en los diversos sentidos que al fin y al cabo son una extensión del cuerpo hacia la realidad. Pallasma (2006) afirma que en la arquitectura las experiencias sensibles se viven al acercarse o enfrentarse a un edificio, que la acción no se debe quedar solo en la percepción formal de la fachada y hay que atreverse a la obligación de entrar en el edificio es así que Aísa (2012), resalta que “el espacio arquitectónico es un espacio *existencial*, ‘un espacio vivido’ y no meramente físico ni estético”(pág. 19) ya que la arquitectura por si misma dispone de elementos tangibles que transmiten la energía del objeto y lo que el autor quiere transmitir para su obra. Por esta razón Pallasma (2006) formula una arquitectura del tacto con la cual se dispone a reivindicar la verdadera finalidad de la profesión, este contacto físico se dispone a recuperar la unión entre el ser humano y su mundo debido a que se están olvidando esas nociones naturales que habitualmente ni sabemos que nos hacen falta.

Nuestra civilización de la imagen nos afecta negativamente; en la arquitectura ha hecho proliferar construcciones impactantes, que seducen como un producto más del mercado y de la publicidad, sin consideración a su sentido intrínseco, unido al existir humano y al mundo (Aísa, 2012, pág. 20).

Es entonces, la publicidad la encargada de propagar una base estética alejada de la corporalidad, que busca decentemente vender un falso progreso humano y de las futuras sociedades mediante mercados sin consideración por el existir humano y su sensibilidad natural hacia el mundo en el que habita.

Esta *sensibilidad* transmitida por los objetos tiene la capacidad de indagar en el razonamiento de los usuarios y definir así una concepción imaginativa de aquel objeto, como que si sirve o no para algo o cual realmente es la manera de apreciar dicho objeto con base a un criterio moral un poco más acertado hacia lo que el artista quiere ofrecer desde su humilde labor.

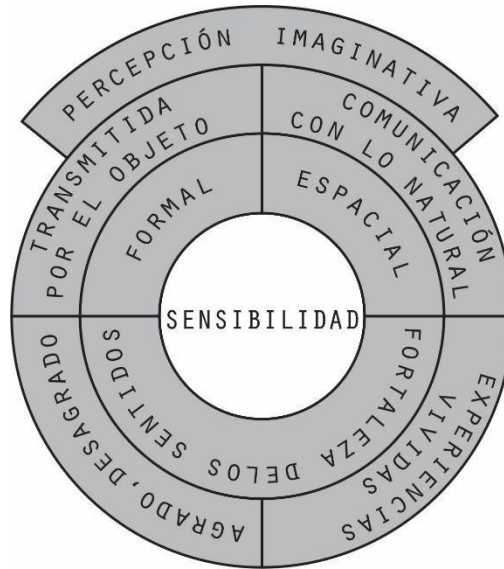


Ilustración 9: Esquema sensibilidad. Elaboración propia a partir de referencias teóricas, 2018.

De lo anterior, se concluye que la labor de la *estética* es dada al usuario y esta se ejerce en un momento inmediato, con un sinnúmero de procesos sensoriales los cuales proporcionan una acción crítica frente a la procedencia de todos esos elementos contenidos en la obra que el autor determino como propios para con su elemento de contemplación. De manera que “una obra de arquitectura también expresa, en una forma sensible...una idea de estética... un contenido humano de existencia, de necesidad y de aspiración, que se refleja en la obra colmándola de sentido y de valor” (Vasilica Cotofleac, 2009, pág. 14), es determinante la idea de estética obtenida por el usuario, ya que es él quien percibe y vive la experiencia de recibir lo que enaltece a la obra en un momento dado, y es común que aquellas impresiones sobre la estética no se lleguen a comprender, pero sin embargo se deben tener presente.

Kant (1997) se refiere a la estética como un ente autónomo desde la posición del sujeto que emite juicios en un sentido práctico, como en relación al conocimiento conceptual. Esto formaliza la importancia que ofrece el usuario al observar y considerar como apreciar la obra con la intención de atribuirle a esta y no de juzgarla para condenarla al punto más bajo de su prestigio. Igualmente, la estética Kantiana presenta la importancia de diferenciar entre “aquel placer “puro” que sentimos ante la contemplación de lo bello, del placer “interesado” propio de lo útil o de lo moral” (Eljuri F & Valvueda, 2009). En relación a lo anterior, se busca que el observador conviva con la obra de una manera más objetiva y equilibrada para con los

diversos intereses que puede llegar a tener dicho elemento que irradia constantemente una energía sensorial absoluta desde su estado de pureza y solo entonces llega a aparecer el objeto como puro objeto, y ese llegar a aparecer es lo bello (Heidegger, Nietzsche I, 2000).

Por tanto, se puede definir un “juicio estético como aquel que no sale del entendimiento ni de la intuición sensible, sino del libre juego del entendimiento y de la imaginación” (Ministerio de Educación, 2018) siguiendo así con la consideración de que independientemente del objeto, este sea valorado por su equivalente a ser parte de una reflexión frente a lo natural y lo creado artísticamente por el hombre.



Ilustración 10: Esquema estética. Elaboración propia

a partir de referencias teóricas, 2018.

De igual modo, la estética establece la manera de como el usuario se acerca a la comprensión de lo formal o lo construido por el artista y para el ejercicio de la arquitectura, es indudable que “la forma es el medio por el que se expresa la arquitectura” (Baker G. , 1988, pág. XVII). De esta manera, el principio de desarrollo de la *forma*, recoge una serie de propiedades simbólicas necesarias para su culminación como producto final, que están atadas a una cadena de fuerzas parcialmente combinadas que dan solución a un problema particular. La forma arquitectónica cautiva, y seduce al usuario por medio de estas fuerzas que la rodean, ya sea la relación que hay entre el entorno y el objeto, como accesos viales, topografía,

dirección del sol y demás aspectos físicos, pero también actúan en ella factores sensoriales como color, textura, y la grandeza que pueda llegar a tener dicho objeto y todas estas son fuerzas que tienen aspectos influyentes directa o indirectamente en la forma.

Parcialmente este es un concepto al cual suele atribuírsele su mayor importancia en la arquitectura, ya que en algún momento todo en la arquitectura es forma o simplemente en cierta circunstancia terminara en una. La forma en la arquitectura es cambiante, evoluciona de acuerdo a la declaración de su creador y a las circunstancias que hacen posible que esta se modifique constantemente. Usualmente la forma tiene un fundamento simbólico que genera valides y aceptación desde su ser, también la forma obedece a condiciones prácticas de la función sobre lo que se quiere lograr, pero siempre concentrando su papel de estampar una idea mucho más visual de aquello que todavía no se logra. Posteriormente “la forma es el continente, la apariencia exterior y así también el relieve. ...Incluso algunos hablan de la forma como la expresión de la existencia de las cosas" (CEDAC, 1983).

Esta definición es propia o muy similar a la de un contorno, el cual delimita el cuerpo de los objetos en sus diferentes dimensiones y es propia de la forma que de igual manera dicho objeto sea aceptado en un contexto determinado.

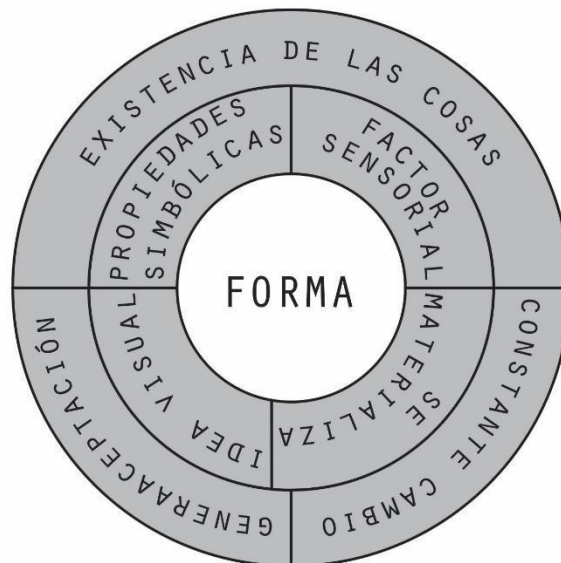


Ilustración 11: Esquema forma. Elaboración propia a partir de referencias teóricas, 2018.

Cabe señalar, que la forma es un factor importante sobre la cual trabaja el diseñador incansablemente, explorando diversas oportunidades de diseño en ella. Ahora bien, ¿para qué sirve la forma? es aquí donde aplica el concepto de *función* afectando indirecta o directamente la forma. Fracalossi (2016) plantea que “el arquitecto piensa en ambos, pero solo la forma se concretiza y por ello pone sobre ella más atención y dedicación”. Puntualiza a que el arquitecto siempre está pensando en la forma porque es el elemento que puede materializarse y ejercer una función dentro de su propio espacio, también describe que las acciones son efímeras y siempre va a ser lo primordial para la forma el uso que a esta se le dé, pero solo la forma es capaz de facilitar tal acción, de revelarla y engrandecerla.

Además, como fórmula Mosquera (2012) “la utilidad es atribuida a la función utilitaria del objeto arquitectónico como su principal razón de creación al servicio del ser humano y de las necesidades reales de la comunidad...” (pág. 65). Con lo anterior se ve reflejado que la razón de ser de un cuerpo arquitectónico es continuamente prestar sus servicios al usuario final; porque es su deber como elemento de creación obedecer a las dinámicas que necesitan los usuarios y adaptarse a las mismas si las circunstancias lo ameritan. Entonces la forma es todo aquello que percibimos sensorialmente por la actividad de la visión, pero en algún momento podemos ser engañados por acción de la misma y la forma por tal motivo demuestra ser variablemente un elemento significativo al momento de diseñar.

Siendo así que “Sócrates, representando una concepción diferente, pensaba que una cosa es bella cuando resulta adecuada a su uso” (Vasilica Cotofleac, 2009, pág. 8) partiendo desde una base funcional en la contemplación del objeto a evaluar y afirmando que el objeto es bello solo cuando cumple óptimamente con su función. También Sócrates acercaba este concepto de lo bello utilitario a la arquitectura así: “la casa más bella es aquella que nos proporciona el abrigo más placentero y en la cual podemos guardar tranquilamente nuestras posesiones” (Vasilica Cotofleac, 2009, pág. 8) siguiendo con el precepto de que la belleza de las cosas está sujeta a la aplicación de su utilidad para el beneficio del ser humano en el transcurso de la vida.

Y aun cuando está destinada en primer lugar a la utilidad, la arquitectura no se reduce a un problema de función...aparece también como un modo posible de exploración de lo suprasensible: por medio de los reflejos en los elementos del

mundo físico, de su reverberación iluminadora de sentidos en la percepción individual y en la memoria colectiva. (Vasilica Cotofleac, 2009)

Queda de manifiesto la importancia no solo de la utilidad en la arquitectura sino también de la aplicabilidad de aquellos elementos sensoriales que solo se pueden percibir estando cerca de la obra, ella misma evoca la esencia de su ser y su conexión para con la humanidad teniendo presente su existencia y dándole valor a la misma porque esta se gana en mérito propio la atención de los usuarios.

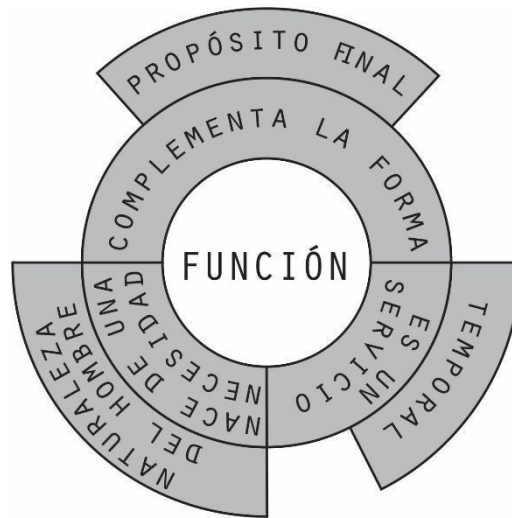


Ilustración 12: Esquema función. Elaboración propia a partir de referencias teóricas, 2018.

La arquitectura plantea entonces múltiples funciones dentro de una dimensión sensorial de encuentros usando la intención del usuario como posibilidad de extenderse a su más apartado sentimiento, el de *habitar*, el cual es concebido como un concepto asociado y conectado directamente al individuo que utilizara el espacio dentro o fuera de la obra final, por tanto, es necesario usar ese espacio como recolector de actividades desarrolladas por el usuario y moldearlas para así generar una conexión más amable con el contexto.

“Así pues, el habitar sería en cada caso el fin que preside todo construir” (Heidegger, 1994), y el habitar se puede considerar como el secreto para entender la arquitectura ya que su

principal fin es servir a la naturaleza de los seres humanos como sujetos que alteran esta misma.

“Los humanos habitamos la tierra “cuidando” y “erigiendo” (edificando, construyendo), al residir junto a “cosas”. El construir pertenece al habitar” (Aísa, 2012, pág. 12). No queda duda, que la facultad de habitar es propia de nuestra condición como seres de esta tierra y ha de ser la más importante para el desarrollo y progreso como especie, ya que en el buen habitar reside que se pueda conservar todo aquello usado para esta finalidad que a su vez requiere un llamado de atención hacia el cuidado y protección de todo lo que nos brinda cobijo de las adversidades que puedan ocurrir por el deficiente uso que se le dé a la madre tierra.

Así, ya se puede plantear el concepto de habitar y como esta toma su puesto en el diseño.

Illich (1985) en *La reivindicación de la casa* resalta: “Las bestias tienen madrigueras; el ganado, establos; los carros se guardan en cobertizos y para los coches hay cocheras. Sólo los hombres pueden habitar. Habitar es un arte. Únicamente los seres humanos aprenden a habitar.” Con lo anterior da por entendido que solo las personas pueden apropiarse de su entorno y que, asimismo, la expresión habitar está relacionada con el crear, por que el usuario es capaz de construir y relacionarse con su espacio usando sus manos y sus pies, para así transformar el significado de habitar dando libre albedrio en sus decisiones de como él ocupa su dominio y lo usa según las necesidades del mismo.



Ilustración 13: Esquema habitar. Elaboración propia

a partir de referencias teóricas, 2018.

Pero el habitar está pensado con la finalidad de estar sujeto a diversas temporalidades que nos ofrece un *espacio* dado sobre el cual se impulsa el existir. “Espontáneamente consideramos el espacio como algo previo a las cosas que se encuentran en él. A diferencia de las ideas o pensamientos, los objetos se ubican en el espacio como los libros en una estantería” (Calduch, 2001, pág. 13) y bajo esta orientación se puede comprender el espacio, como el vacío que se encuentra en las cosas, o como todo lo que en un futuro será ocupado por un ente físico. Pero también, el espacio puede ser abstracto o naturalmente no visible como retoma Calduch (2001): “Aún podemos considerar un espacio meramente abstracto, matemático, de puras relaciones lógicas, capaz incluso de desarrollarse en múltiples dimensiones que no se pueden imaginar con los medios del espacio físico tridimensional” (pág. 14). Lo mencionado anteriormente, se refiere a un espacio totalmente recreado por la imaginación y la capacidad del proyectista de plasmar nuevos mundos aun no concebidos como físicos, sino netamente espacios virtuales y representaciones de lo que puede o no puede ser en un determinado espacio.

Es de esta manera que “la arquitectura no es espacial porque está en el espacio, sino porque configura lo espacial mediante la materia...” (Paniagua Aris & Roldán Ruiz, 2014, pág. 127) es así que la arquitectura recrea el espacio mediante el cuerpo arquitectónico incluyendo a este una serie de cualidades y formando un espacio más legible y comunicable para su propósito. Es el hombre en conclusión el ente capaz no solo de percibir el espacio es sus múltiples dimensiones, ya sea recreado virtualmente para su futura contemplación o para crear los límites en el espacio, límites establecidos para separar un espacio de otro y llegar así a una apropiación óptima de estos espacios como actividad en la cotidianidad de la naturaleza.



Ilustración 14: Esquema espacio. Elaboración propia a partir de referencias teóricas, 2018.

1.3 Analogía digital y Arquitectura.

A lo largo de la historia, la arquitectura ha evolucionado en un ir y venir de movimientos y estilos arquitectónicos los cuales dejan su legado en las obras. Es una gran cantidad de arquitectos los cuales hicieron uso de estas corrientes, que en su tiempo brillaron y ahora permanecen como recuerdo del crecimiento y progreso de la arquitectura.

El siglo XXI conduce el impulso de la era digital, y es de notar en la actualidad los grandes avances tecnológicos cosechados hasta la fecha que optimizan y aseguran una mejor calidad en las actividades del diario vivir y evidentemente también para la arquitectura como se percibe claramente en las recientes formas de concebir y proyectar un producto final. Los arquitectos advierten un progreso digital que, sin duda alguna todavía se cuestiona acerca de su uso para la profesión, esto a pesar de llevar suficiente tiempo en desarrollo y para lo cual todavía se contempla que no ha llegado a su máximo esplendor.

Esta desconfianza por parte del proyectista de apropiarse de los nuevos y emergentes recursos, genera una escasez de saberes, los cuales son importantes para la orientación en la nueva inclinación de la arquitectura. Esto hace que las nuevas tendencias sean ignoradas y aisladas, recurriendo a los procesos tradicionales de diseño, siendo prácticamente partidarios

de las figuras geométricas básicas, que fijan vacíos importantes en la caracterización del cuerpo arquitectónico y como resultado evocan el pasado con sus proyectos.

Ahora bien, el uso de la tecnología no determina el abandono de los tradicionales métodos de aprendizaje del arquitecto, como el uso del lápiz y papel para trazar sus primeros esquemas a modo de representar su planteamiento mental. Pero es claro que la tecnología y todos los recursos que esta lleva consigo, simplifican el trabajo y se ajustan a las reglas pautadas por el futuro proyectista.

El arquitecto ha de estar en constante evolución sobre la marcha de su trayecto como persona y como profesional para ubicarse moderadamente en el apretado campo laboral. Es así como se sugiere un cambio representativo para el arquitecto de la era digital.

Así como el siglo XX comenzó con el auge de la industrialización, del mismo modo, el inicio del siglo XXI propone nuevos desafíos, tales como la era digital, la responsabilidad social, ecológica, medioambiental. Ante este nuevo escenario, los procesos de diseño tienen la urgente necesidad de revisar sus bases conceptuales y procedimentales, incorporando el aporte de otras disciplinas (Navarrete, 2014, pág. 63).

Con lo anterior, se puede concluir que los desafíos anteriormente planteados complementan a la arquitectura y sirven para fortalecer diversas áreas de acción ampliando las fronteras del conocimiento con estos recursos y los de innovación digital sobre los cuales la arquitectura puede cosechar nuevos procedimientos y apoderarse de estos para plasmar así las nuevas tendencias en el diseño de los cuerpos arquitectónicos.

Pero para el proyectista recién egresado surgirán los dilemas de cómo lograr orientarse y llegar a enfrentar la nueva era de producción arquitectónica con todo su movimiento a nivel global, y para obtener los datos de los referentes digitales actuales se dispone de un ejercicio analógico, el cual permitirá el manejo de la información de los sucesos sobresalientes de distintas épocas para su mayor comprensión, ya que los cambios históricos para el proceso de diseño resultan ser poco distinguidos por sobre su uso y aplicabilidad en los diversos campos de acción de la arquitectura. Justamente Guerra (2014) se refiere con claridad a la analogía de la siguiente manera:

La analogía se fundamenta en la realización de actos de relación o comparación por similitud o semejanza, pero tiene la ventaja de no anular la diferencia entre ambos polos de la relación o comparación. Por el contrario, al resaltar la similitud hace más comprensibles las diferencias, las acentúa y, por tanto, esclarece el objeto de conocimiento. Así, el proceso analógico abstrae, universaliza y hace comunicable la experiencia (pág. 215).

Es de aclarar que el proceso analógico trata de una conexión entre los acontecimientos a disponer en las distintas posiciones ubicadas sobre la línea-tiempo, la cual procede a formular un recorrido organizado para encontrar así las diferencias estudiadas que denotan los distintivos conceptos trabajados y con ciertas semejanzas a extraer, permitiendo así su estudio.

Son las diferencias de las épocas, las que se resaltan y relacionan para encontrar su principal punto de partida y de encuentro ya que, de este distanciamiento y desigualdad de términos, se logra establecer un nuevo criterio para la actualidad y su relación de uso en arquitectura. Una de estas similitudes en las épocas se halla en los procesos y herramientas de diseño utilizados en arquitectura para proyectar un elemento que responde generalmente a la búsqueda de solución de una problemática.

Continuando con la trayectoria pendular de los elementos que aportan su desarrollo a la historia, se manejan los procesos de diseño como principal eje de la cimentación proyectual en arquitectura, a partir de los cuales se observa cómo distintos autores los adaptan a su época y al objeto de práctica arquitectónica.

Por consiguiente, para lograr alcanzar el diseño concluyente, el proyectista debe indagar y aventurarse en una larga travesía llena de diversos caminos nutridos de conocimientos por los cuales emprenderá y así llegar a resolver el diseño decisivo. Para esta causa, se debe hacer inmersión en la enseñanza del proceso de diseño y justamente, Fox (2009) se refiere al proceso de diseño así:

El proceso de diseño es un proceso que desarrolla nuestras capacidades reflexivas, predictivas, creativas e innovativas. En su capacidad integradora, asocia factores y circunstancias diversas y además construye líneas o cadenas lógicas de acción, que

van buscando y encontrando un cauce de salida a propuestas y procedimientos. Una amenaza se transforma en una oportunidad si nuestras visiones y predicciones son inspiradoras, creativas e innovadoras (pág. 8).

Es de tal manera, que el proceso de diseño se convierte en una forma de conocimiento capaz de afectar el aprendizaje de cómo se ve la arquitectura. En consecuencia, se aprende a identificar distintas opciones de acuerdo a lo que se sabe hacer, pero también a descubrir lo que podría ocurrir con el resultado final. Fox (2009) resalta lo siguiente relacionado con las incógnitas del proceso de diseño:

“¿Cómo puedo “saber lo que necesito saber sobre algo que todavía no he hecho”? Como el proceso de diseño es una “apuesta de futuro” respecto de algo que todavía no he resuelto, consecuentemente en cada etapa del proceso diseñador, surgirán incógnitas e imprevistos...” (pág.6).

Son estas interrogantes que van y vienen en el proceso de diseño, las que el proyectista debe saber usar para lograr el resultado de su futuro producto, pues no solo es consecuencia de unir los saberes que se poseen y los que se pueden apropiar, sino también formar nuevos medios de identificar los problemas que a su vez surgen como ideas creadoras y hacen parte en el recorrido de su aprendizaje para adquirir más experiencia como diseñador.

Ahora, con la digitalización de las dinámicas laborales en arquitectura, los procesos de diseño se ven automáticamente favorecidos con la tecnología a su servicio, pues se logra generar una alternativa con muchas más posibilidades de evolución en comparación de cómo se retomaban los mismos procesos desde la antigüedad. Desde entonces la arquitectura digital toma su poder en esta era, es así que Miret (2018) llama a la “*arquitectura digital a aquellas que fueron herederas de la cibernética, los sistemas y la crítica teórica post-moderna emergente durante los 60’s, 70’s y 80’s*” (pág. 13). Entonces, las arquitecturas digitales nacieron en los noventa y se amplían durante toda esa década fundando los inicios de lo que hoy se conoce como arquitectura contemporánea.

Y es el movimiento contemporáneo en la arquitectura el que advierte el uso inmediato de las herramientas digitales aplicadas al diseño, como resalta Olmos (2013):

El advenimiento a mediados de los 80, de la aún hoy vigente plataforma CAD, introdujo una novedosa componente digital al proceso. Pero que no significó un cambio estructural en la mentalidad del diseñador; el problema se continúa afrontando de manera analógica, solo que ahora, el tablero de dibujo se encuentra incrustado –a manera de injerto-en el ordenador (pág. 2).

Claro está que la herramienta digital no es funcional sin un operario que controle y adecue esta misma con la posibilidad de solucionar una problemática estándar para la práctica de la arquitectura. Esto trae consigo una determinación en las escuelas de arquitectura a tomar el impulso de actualizar sus normas educativas basados en cánones clásicos de composición y transformación del elemento proyectual.

Se plasma entonces el uso de herramientas de diseño digitales como refuerzo para asistir todo proceso que conlleva un proyecto arquitectónico indefinido y es deber del proyectista dar solución al fundamento de la problemática por medio de estas múltiples herramientas asociadas a los procesos digitales, de las cuales se poseen poco o bastante conocimiento. Teniendo en cuenta que las herramientas de diseño planteadas desde los conocimientos del proyectista, pueden ser el soporte del producto final, Sandoval (2014) se refiere a las herramientas de diseño en arquitectura de la siguiente manera: es un “*proceso generador de un producto virtual de objeto, elemento o espacio arquitectónico; abarcando instrumentos, técnica y conocimiento en un medio determinado*” (pág. 54). Dentro de esta definición, el lápiz o el ordenador no caben como herramientas de diseño, sino como “instrumentos”. Claramente, las herramientas de diseño son el medio por el cual se generan acciones, de acuerdo a la diversidad del entorno en el que se encuentra el proyectista y estas son visiblemente plasmadas en el papel o en un ordenador.

También enuncia que estas herramientas no son estáticas en el tiempo, y pueden llegar a evolucionar como un sistema de adición y así extender su capacidad de dificultad. Un ejemplo que formula Sandoval (2014) es la herramienta utilizada por Aldo Rossi, quien usaba la axonometría como pretexto en sus formas de diseño, claro que también la utilizaba como técnica de representación y, así mismo, Le Corbusier empleaba los sistemas de agregación como parámetro de diseño.

Siguiendo sobre la marcha de las herramientas de diseño digitales sobre las cuales hay mucho de qué hablar, hay quienes se ponen siempre en controversia por su uso y aplicabilidad al aprendizaje de la profesión, pero Ortega (2009) refuta este diálogo para someterlo a un encuentro pacífico de la combinación de ambos saberes.

“No se trata de discutir si aceptamos o no lo digital. La discusión se centra en cómo reconstruir, si fuera deseable, los marcos de evaluación y desarrollo de una disciplina que hoy parece mucho más compleja, abierta y potente desde el punto de vista instrumental que en el siglo anterior” (Ortega L. , 2009).

De acuerdo con lo enunciado, se tienen nuevas formas de concebir la arquitectura como una mixtura entre lo tecnológico y lo tradicional, reconciliando la lucha de saberes por quienes defienden a capa y espada lo tradicional y lo clásico, pero claro está que es un deber estudiar los clásicos por qué se tiene presente todo punto de partida fundacional del conocimiento anterior ya que el futuro se crea con experiencias presentes y con intención a un progreso favorable para la profesión.

CAPITULO 2

ESCENARIOS DIGITALES

2. ESCENARIOS DIGITALES

En el capítulo anterior se deja en claro el creciente y notorio uso de la tecnología para con la arquitectura y sus servicios profesionales, que favorecen cada vez más la demanda global, la cual requiere una constante innovación sobre los diversos contextos ocupados por la arquitectura como lo son el económico, el ambiental y el social entre otros, que están en constante cambio, así como la necesidad de ubicar en ellos los conceptos concedidos anteriormente aplicados al diseño para llegar a comprender la disponibilidad de escenarios operados a través de dichas teorías y conceptos junto con la unión de los procesos y herramientas de diseño que, debido a su transformación, ahora se manejan en un entorno digital.

El presente capítulo pretende resaltar el recorrido transitorio de las herramientas de diseño a partir de su aplicación de manera manual o elemental, a como hoy día son más prácticos para el usuario de la profesión agilizando procesos de construcción gracias a la automatización de técnicas hechas por numerosos métodos de diseño y ahora por el ordenador. Seguidamente

se compilan estas herramientas digitales para lograr su introducción en los campos de acción de la arquitectura y como son capaces de combinarse con el objeto de desarrollo y su contexto natural. Luego se interpreta si el uso de estas herramientas es viable y si su aplicabilidad realmente suple las necesidades de la época actual, ya que como nuevo paradigma del diseño se concibe como un elemento apenas en proceso de formación cuyas acciones están a prueba y no representan mayor seguridad para el usuario y es deber del proyectista desmentirla para corroborar su eficacia para la actualidad.

2.1 Dispositivos de diseño

El arquitecto por naturaleza explora, analiza y sintetiza aspectos de cualquier índole los cuales fortalecen su ingenio y la capacidad para solucionar dificultades técnicas que se manifiestan a lo largo de su carrera profesional, para ello debe representar visualmente sus ideas y acudiendo nuevamente con Le Corbusier en una de sus célebres frases

“Prefiero dibujar antes que hablar. Dibujar es más rápido y deja menos espacio a las mentiras” (ArchDaily Colombia, del 30 Jul 2015) es claro que el arquitecto debe distinguirse por plasmar sus ideas sobre un campo mucho más visual, porque sus ideas aparecen de improviso y no dejan tiempo para el recuerdo y al ser una profesión mucho más visual es casi una obligación usar la técnica del dibujo como puente para la representación de ideas.

El lápiz y el papel ciertamente son compañeros indiscutibles del arquitecto y estos son la combinación perfecta para moldear un concepto en cualquier circunstancia, el papel en blanco es todo un incalculable mar de posibilidades lleno de ideas por esculpir y es responsabilidad del arquitecto tomar el lápiz y plasmar los primeros trazos para dar origen a un modelo inicial el cual es producto de su visión como escultor de aquellas ideas que provienen del inconsciente y las organiza desde su intelecto.

Uno de los mayores avances a lo largo de la historia de la humanidad es el uso cotidiano de herramientas para las labores del día a día ya que facilitan las actividades difíciles que normalmente llevarían mucho tiempo sin ellas, y esto ayudo al desarrollo de muchas civilizaciones. Para el arquitecto es indispensable en su labor como profesional el uso de herramientas que ayuden a plasmar sus ideas y para que estas sean disponibles a sus usuarios,

de igual modo hay que diferenciar entre dos términos que importan para la investigación; el primero es “instrumento (lápiz, reglas, computadora) y herramienta, que se define como: aquella que genera una producción virtual de objetos, elementos o espacios arquitectónicos, abarcando instrumentos, técnica y conocimiento” (Sandoval M. T., 2014), interpretando la producción virtual como todas aquellas propuestas que se originan con la intención de convertirse en espacios u objetos construidos debido a que todavía no se manifiestan por completo, así que todas las herramientas generan producciones virtuales de lo que podrían llegar a ser (Picon , 2009, pág. 125).

Siguiendo con la historia de la arquitectura, pero sin pretender describir el extenso recorrido que esta conlleva, sino más bien escoger una selección de antecedentes y de aquellos momentos distintivos considerados valiosos para su estudio en esta investigación, se tiene presente que si bien la representación bidimensional que genera por el lápiz y el papel, es en la Edad Media (Siglos V-XV), cuando en el ejercicio de preguntarse por una forma de representación gráfica adecuada para la arquitectura, nace la perspectiva como elemento que remedia dicha cuestión, mostrando al usuario el elemento arquitectónico tal y como aparece a la vista. Resalta también que este método fue inicialmente desaprobado por muchos arquitectos, ya que “aquella perspectiva, cuyas líneas fugadas impiden la lectura de medidas exactas, será calificada como un instrumento del pintor, representativa, imitativa, engañosa, conducente a error y sólo información adicional para convencer al cliente” (Valdivia , 2006, pág. 40), todo se debe a que para la época se podía construir sin este tipo de invenciones y a que precisamente “la potencia constructiva de los arquitectos medievales disminuye en la medida que ésta sucumbe al surgimiento de la moda científica” (Taut , 1920).

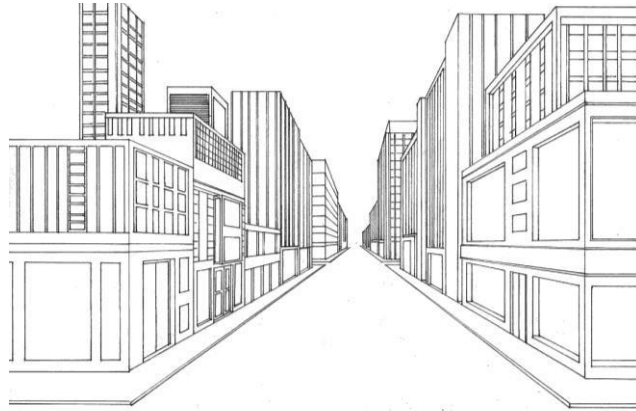


Ilustración 15: Perspectiva, 2018.

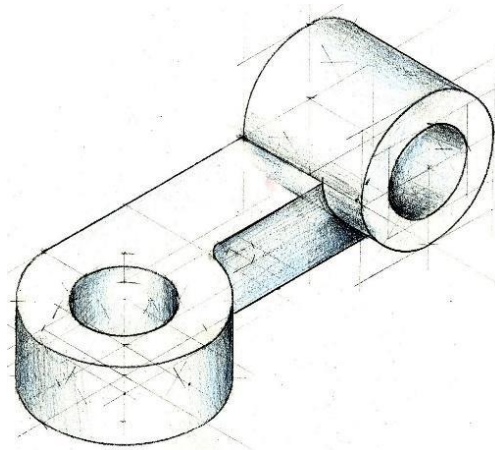


Ilustración 16: Axonometría, 2018.

Ya en el Siglo XVII, se desarrolla el dibujo axonométrico que permitirá resolver los problemas con las dimensiones verdaderas en las representaciones espaciales, pero aquella inconformidad que había hacia la perspectiva hizo que nuevamente se retomara su finalidad como plantea Valdivia (2006) “la perspectiva será formulada como un *servicio al cliente*, mientras que la axonometría como un *instrumento de trabajo* propio del taller del proyectista” (pág. 40), concluyendo así la perspectiva como una técnica pictórica no apropiada para la arquitectura siendo más importante para una acción de carácter contemplativo y visual. Este progreso generó el fortalecimiento de lo que se conoce como proyección ortogonal sobre el cual los trazos se representan mediante el método tradicional del dibujo arquitectónico,

siendo la planta, el corte y la elevación fundamentales para la apropiada lectura de un objeto arquitectónico. Este método fue nuevamente impuesto por Palladio en sus *Quattro Libri* (Cuatro Libros) donde los convertiría en un principio universal valiéndose de lo sencillo y natural de la forma constituyendo un patrón básico y evadiendo el uso de la perspectiva (Valdivia , 2006).

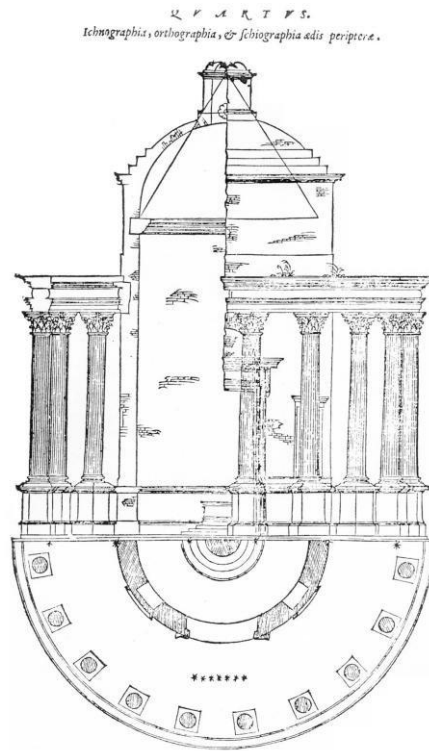


Ilustración 17: Planta, corte y alzado en un mismo dibujo por Palladio.

Con Palladio, al retomar los principios básicos de la imagen arquitectónica, se descubre el interés del autor por organizar sus creaciones en diversos modelos o tipologías debido a la diversidad de programas arquitectónicos que surgen para la época y es como “Rudolf Wittkower en su libro *“Principios Arquitectónicos en la era del humanismo...”* “descubre (por decirlo de alguna manera) en la arquitectura doméstica de Palladio un sistema para la proyectación de sus Villas, que funciona como una matriz genética en todas ellas” (Miret, Generaciones digitales, 2018, pág. 5) en la que se establece una clasificación en la producción

de viviendas y automatizando el proceso de desarrollo de la misma. Este es sin duda un primer paso en la historia para los sistemas tipológicos que dan respuesta a la necesidad de buscar nuevas herramientas que faciliten la agilidad en el trabajo y minimicen la labor en crear nuevos diseños.

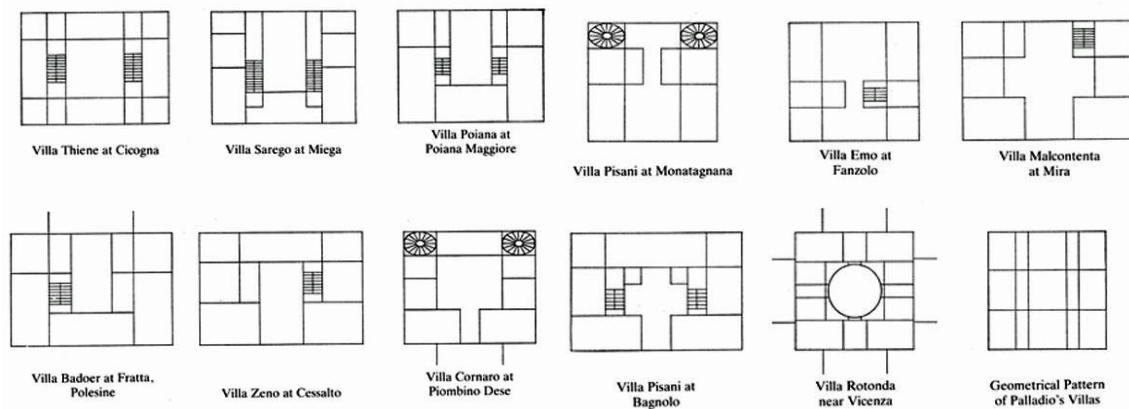


Ilustración 18: Villas de Palladio por Rudolf Wittkove, 1958.

Igualmente, Jean-Nicolas-Louis Durand en su libro *Compendio de lecciones de arquitectura: parte gráfica de los cursos de arquitectura* plantea una serie de tipologías como procedimientos “en respuesta al academicismo de la época y a la necesidad de explicar y sistematizar una realidad programática conocida” (Sandoval M. T., 2014, pág. 47) y así establecer la tipología como herramienta induciendo al estímulo de facilitar una metodología que proporcionara una evolución al proceso de diseño estandarizando a todo tipo de edificios, también para Durand:

...la identificación de los elementos fundamentales de la arquitectura y los principios generales para su montaje significaban estudiar, comparar y clasificar las arquitecturas del pasado. El ejemplo fue lo que permitió que diferentes arquitecturas pudiesen ser reunidas mediante un mismo medio gráfico (Celedon, 2016, pág. 74).

Con esto los arquitectos podían analizar desde diferentes esquemas y comparar varias tipologías y después extraer los elementos que se consideraran óptimos para aplicarlos a sus intervenciones.

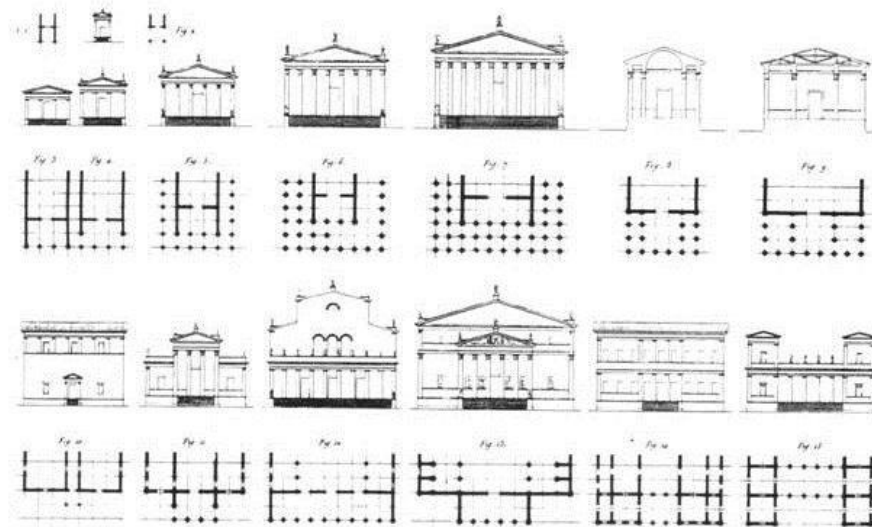


Ilustración 19: Tipologías en Compendio de lecciones de arquitectura...J. N. L. Durand, 1981

Abordando el Siglo XX como protagonista de grandiosos avances para la historia de la civilización, es de resaltar el nacimiento del diagrama como una herramienta que altero la manera de concebir la arquitectura, esto para unos pocos arquitectos que fueron beneficiarios e hicieron uso de esta, puesto que vieron la facilidad de innovar para organizar los procesos básicos de un proyecto y agilizar la forma de afrontar la cantidad de información para el proceso de diseño, dejando atrás las teorías que se trabajaban con la representación (der Maas, 2011). Según la Real Academia Española (RAE), se define como diagrama a una

“representación gráfica, generalmente esquemática, de algo” y de por si se consideraría que en la arquitectura siempre se ha trabajado con diagramas. Para este caso el diagrama se trabaja como un instrumento generador que analiza y pone a prueba los diferentes componentes del diseño así que “tiene la capacidad de enfocar la atención del diseñador y convertirse en un vehículo para sus ideas. Este descubrimiento llevó a arquitectos y urbanistas a

instrumentalizar el diagrama y a integrarlo en el proceso de diseño” (der Maas, 2011, pág. 35) .

Ofreciendo otra definición, en el artículo “OMA Made Easy, An Inventory of Concepts” el diagrama se explica como “un dibujo reductivo para explicar un proyecto” y con esto se da a entender que el método de trabajo del diagrama empieza por dirigir prácticamente todo el proceso de diseño usando también las limitaciones dadas por las diversas condicionantes y condensadas por el diagrama para su administración, convirtiéndose así en un instrumento más dinámico. En definitiva, es un método “(...) que es receptivo a la información no arquitectónica. Se integra en la perspectiva de conceptualizar un proyecto mediante el uso de imágenes, metáforas, modelos y signos, desdibujando la separación entre análisis y creación” (der Maas, 2011, pág. 38).



Ilustración 20: Ejemplo de diagrama, en la cual no solo se representa el objeto Si no que también hace alusión a su funcionalidad interior. Fuente: OMA, LMN 2004.

De igual forma, este sistema de relaciones que se obtienen del proyecto arquitectónico permite comprender más la información sin necesidad de representar todo el mecanismo del cual se compone el diagrama, ya que se dejan abiertas más posibilidades a desarrollar en

etapas posteriores con lo que, el diagrama funciona de manera similar a un analista de sistemas, el cual presta especial atención a la relación entre los diversos componentes muy similar a como si estuviera desarrollando herramientas informáticas (Remes, 2015).

Precisamente, en términos de análisis de relaciones, un exponente del uso de los diagramas es Peter Eisenman que, en su primera época donde desarrolla la serie de “houses”, propone una sintaxis de relaciones formales estructurales morfogenéticas, las cuales le permiten crear y manipular la forma (Remes, 2015), trabajando así el proceso como proyecto mismo, este es partidario también de la función que el autor tiene sobre el control del proceso para así obtener de igual manera el control de la producción proyectual, y fueron estas fases las cuales generaron el impulso para las exploraciones proyectuales algorítmicas de la nueva generación de arquitectos (Miret, 2018).

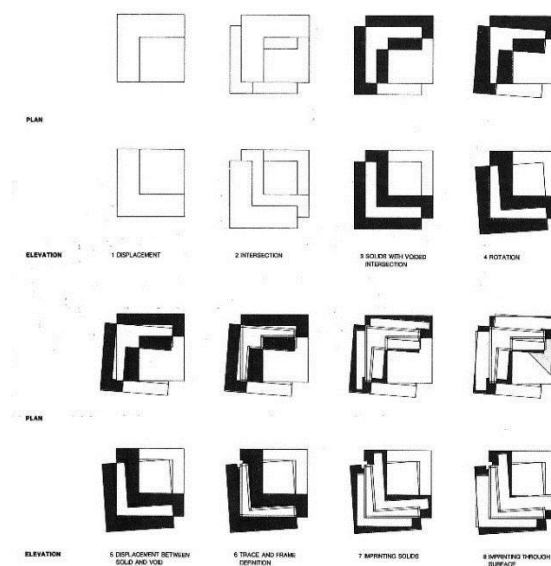


Ilustración 21: Diagrama de relaciones morfogenéticas. Casa Guardiola, Cadiz,

Peter Eisenman, 1988.

Los procesos algorítmicos están directamente relacionados con las matemáticas, pero más aun con la informática, y con esto se abre la puerta en esta investigación a la era digital. Claro está que el siglo XXI se ve dominado por las Herramientas Tic, que lentamente se apropian de nuestro día a día, sobre todo para la población más joven; como lo expresa Erazo C. &

Muños G. (2007) es "la necesidad que experimentan los jóvenes de interactuar cotidianamente con las tecnologías..."(pág. 724). Respecto a la reflexión de los autores las nuevas generaciones están inmersas en el uso de estas herramientas y están creciendo con ellas, hacen videos, envían imágenes, usan video juegos etc. y hasta llegan hacer parte de su proceso educativo, como lo puede llegar hacer para el aprendizaje de la arquitectura, no quiere decir que se deje de lado el uso del lápiz y papel, ya que como creadores de ideas estos utensilios del arquitecto siempre estarán presente.

Y para ayudar en los procesos de representación y de creación en arquitectura con la necesidad de responder también a la prioridad de la estética y la concepción de múltiples variables en los diseños como la aplicación de desarrollos matemáticos, analogías con las formas de la biología, fórmulas matemáticas especialmente la geometría fractal, es entonces que surge la introducción de los medios digitales para cumplir con esa demanda.

Uno de los principales misterios que aguardaba la era digital y su relación con el mundo de la arquitectura , era el cuestionamiento sobre hasta qué punto realmente se necesitaba del ordenador como herramienta y este demostró más de lo que algunos autores esperaban, es tal que "...el computador ha logrado traspasar la barrera de la representación, para constituirse en una extensión en la labor creativa del arquitecto y en una herramienta esencial en la producción de información y conocimiento para la manufactura de complejas formas" (Pinochet, 2009, pág. 30)

Ciertamente el uso de estas herramientas inicia como ayuda para agilizar los procesos de representación con los llamados sistemas CAD (Diseño Asistido por Computador) que se usaron a partir de los años 60 sobresaliendo cada vez más en la vida cotidiana del arquitecto, más adelante con su constante uso en los años 90 y con la apropiación del computador personal en las oficinas nace la práctica de estos sistemas CAD desde el ordenador, dando reemplazo temporal al lápiz y papel, esta efectiva transformación en paralelo hacia una nueva interfaz de diseño facilita los procesos de dibujo tradicionales en la arquitectura.



Ilustración 22: El ordenador como medio de representación Digital. Fuente: <https://goo.gl/qspc3G>



Ilustración 23: Taller de dibujo, antes de los sistemas CAD.

“La importancia de los sistemas CAD en la actualidad es tal que, sin la ayuda de estas aplicaciones, los masivos niveles producción industrial actuales serían imposibles, y los procesos de diseño se detendrían” (OCW-UV , 2016), ya que su desarrollo ha tomado gran importancia, no solo para la arquitectura, sino también para el campo de la industria automovilística, naval y aeronáutica fortaleciendo el diseño preciso en piezas para la producción industrial.

Se cree que “el gran cambio para la arquitectura se produjo en marzo de 1997, con la inauguración del museo Guggenheim de Bilbao..., un edificio cuya complejidad demandó el uso de, para la época, poderosas estaciones de trabajo y software” (Pinochet, 2009, pág. 29). Fue esta obra de Frank Gehry la que demandó el uso especial de un software utilizado en la industria aeroespacial, para poder representar y procesar la información requerida para su construcción.



Ilustración 24: Museo Guggenheim por

Frank Gehry. fuente: <https://bit.ly/2HABgx8>

El papel trasmuta en monitor y el lápiz de igual modo al puntero del ordenador, para dejar de lado su antigua imagen elemental, sin olvidar la esencia que dejan los fundamentos básicos del dibujo técnico, los cuales se unifican en un entorno digital, de mayor rapidez y con infinitas posibilidades para construir la figura que se desee.

Sin duda, esta mixtura de la información física y digital que ahora se adopta de una manera natural, no solo se incorporó para la representación, sino que cada día sigue su proceso evolutivo y deja atrás este empleo, para de nuevo surgir como una herramienta de transformación proyectual y de pensamiento, basada en la síntesis y manipulación de la información que permiten comprender los aspectos reales de la construcción del proyecto arquitectónico, observando diversas exploraciones de un mismo objeto con el uso de software de modelado avanzado (Pinochet, 2009).

2.2 Campos de acción: Del Contexto virtual a una proyección real.

Es indudable que las herramientas de diseño que conviven con la arquitectura provenientes de la emergente era digital facilitan al arquitecto la producción del proyecto, y a su vez estas logran organizar el proceso de diseño como un todo dependiendo de las situaciones plasmadas que configuran la médula del sistema.

El ordenador es la interfaz de diseño con la cual el uso de las herramientas digitales es posible gracias al espacio de trabajo sobre el cual se procesan todos los datos ingresados por el autor y es claro que en ese momento es un ambiente de trabajo virtual debido a las hipótesis planteadas y aquellas que genera el mismo sistema. De igual manera, el dibujo siempre se ha trabajado desde la virtualidad, es así que “Los arquitectos producen dibujos de edificios y no los edificios mismos. Por lo tanto, la arquitectura, más que cualquier otra disciplina, está involucrada en la producción de descripciones virtuales” (Lynn, 1997), pero en algún momento se ha de encontrar lo virtual y lo real, y son las herramientas digitales las cuales entran en juego para asimilar sus limitaciones y crear una mediación de todas las variables susceptibles a modificaciones para lograr un producto que se pueda formalizar como un objeto viable y que responda a las variables que le fueron proporcionadas.

En consecuencia, la aplicación de los modelos o prototipos virtuales dan paso al proyecto de arquitectura en un ámbito real y es entonces que aquellos modelos generados a partir de la producción digital deben materializarse en el objeto físico que se desarrolla para el servicio del ser humano y no quedar como un modelo virtual de experimentación del cual solo se concibe como un espécimen más, que en algún momento llegaría a materializarse como parte de la realidad.

De este modo, Baixas (2006) parte desde una atracción por las abstracciones de la realidad por parte de los arquitectos ya que las obras se consideran “abstracciones de las realidades que podrían existir” (pág. 39) y es de saber que muchas de estas obras que el arquitecto proyecta nunca llegan a construirse. El arquitecto involuntariamente siempre está pensando con un enfoque hacia lo construido, es así que Baixas (2006) llama a esto *Voluntad de lo real*; como todo aquello dirigido a la construcción sólida y para el caso del usuario lo más cercano es la ciudad, y la ciudad es donde las personas habitan y por tal razón la ciudad

guarda la historia y vivencias de los seres que la habitan, así que la ciudad se convierte en material de la cultura del ser humano, teniendo en cuenta que no todos viven en ciudades; sin embargo, el ser humano tiene la capacidad de construir su vivienda fuera de estas edificaciones urbanas.

Se considera la ciudad como una realidad conectada al habitar, pero para Baixas (2006) esta no es la única realidad que se habita, sino que hay un sin número de realidades que pueden definir el habitar, más sin embargo estas están conectadas con nuestros sentidos y recuerdos como afirma el autor, y un ejemplo claro es la experiencia de pilotar un avión, y su analogía sensorial pilotar un simulador de vuelo; claro está que hacen falta muchos más avances en la tecnología para que este tipo de experiencias sean cada vez más completas.

Queda en claro la necesidad del ser humano por percibir la sensibilidad de los elementos que lo rodean de acuerdo a su ambiente más cercano y Ching (1995) describe esta naturalidad del ser humano de la siguiente forma:

“De forma constante nuestro ser queda encuadrado en el espacio. A través del volumen espacial nos movemos, vemos las formas y los objetos, oímos los sonidos, sentimos el viento, olemos la fragancia de un jardín en flor. En sí mismo carece de forma, su forma visual, su cualidad luminosa, sus dimensiones y su escala derivan por completo de sus límites, en cuanto están definidos por elementos formales. Cuando un espacio comienza a ser aprehendido, encerrado y conformado y estructurado por los elementos de la forma, la arquitectura comienza a existir” (pág. 108).

Según declara el autor, los elementos de la forma son los que actúan en los sentidos del ser humano para ser percibidos. Dichos elementos como la textura, el color, el tamaño son primordiales a la hora de concebir la obra arquitectónica y es en esta realidad en la cual se perciben y se sienten tal cual como se representa en los planos, mientras que lo contrario pasaría si sobre la interfaz que se trabaja es un mundo virtual, en el cual las posibilidades de modificar el espacio son incontables y además de jugar con las impresionantes formas digitalizadas a partir de parámetros geométricos, llevan al ser humano a soñar con imágenes fuera de esta realidad, ya sea que se logren acercar en la forma de construirlo, pero imaginar

que algún día se podrá materializar es en ocasiones lo que podría frustrar estas geometrías utópicas generadas a partir de los medios digitales.

Sigue existiendo entonces la incertidumbre sobre el mejor uso o más óptimo para las herramientas digitales en la arquitectura, así que Baixas (2006) plantea como se ven afectados los fundamentos de la arquitectura por el uso de estas herramientas. El primero es el *Proyecto* o el acto de *Proyectar*; el cual lo formaliza como un término genérico debido a que consta de distintas fases y porque hay diversos modos de proyectar. La primera fase es de un proyectar inicial, programático-topológico-dimensional. El cual se formaliza tradicionalmente mediante el uso del lápiz y papel con lo que el usuario obtiene una relación más cercana con su trabajo y agregando también más alternativas de desarrollo proyectual como lo es el uso de la maqueta trabajada con papel y tijeras. Pero este proceso inicial comprende el juego de la prueba-error que comparándola con la habilidad de los actuales proyectistas de los sistemas CAD, las soluciones se dan claramente en menos tiempo.

El segundo aspecto que se ve afectado es la *Construcción*, las tecnologías digitales permiten grandes avances en este campo, aunque los edificios todavía se construyen de manera tradicional, estas herramientas tienen la posibilidad de producir formas con un nivel de complejidad superior, y con la opción de trazar la eficiencia del sistema a usar como por ejemplo mediante el uso de software especializado se puede lograr construir una superficie muy compleja, dividiendo esta en numerosas costillas las cuales se cruzan para ensamblarse como una pieza de puzle y dar como resultado una curvatura de gran dificultad para construir que si se trabajara con la forma tradicional. El siguiente aspecto formulado por Baixas (2006) es el *Proceso*, sobre el cual ya se ha determinado que la evolución de este en el proyecto de arquitectura sin duda es más eficiente, ya que obtiene toda la información unificada en un mismo contenedor sobre el cual se determinan las mejores decisiones para el proyecto, y esto con la gran ayuda del software denominado BIM (Building Information Modeling) como Archicad o Revit, estos permiten organizar el proceso del proyecto de una forma más ágil a manera de simulación llevando a la par el proceso constructivo.

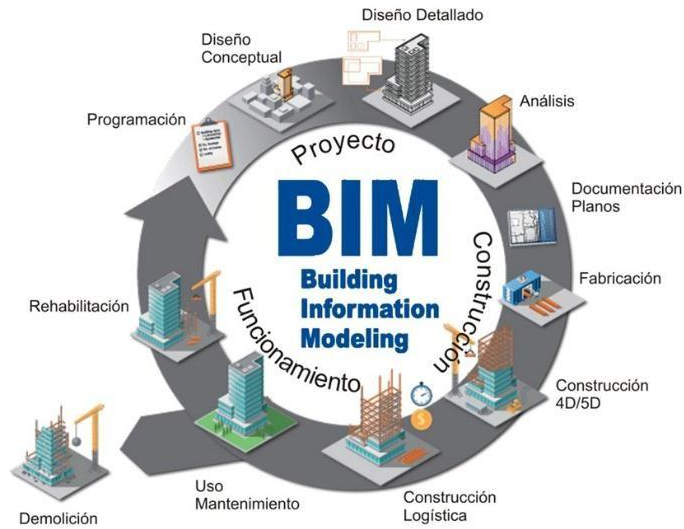


Ilustración 25: El sistema BIM como medio de desarrollo.

proyectual contemporáneo. Fuente : <https://goo.gl/tfk6rT>

El siguiente factor es el *espacio, tiempo, arquitectura*, y denota las dinámicas de cambio producidas por las tecnológicas digitales y el nuevo sentido que se le da a la obra construida, y ahora que el diseño paramétrico hace parte de esas dinámicas de cambios sobre las cuales se incorpora toda la información, también hacen que el proceso de diseño sea más flexible hasta que las decisiones finales se congelan en la obra. Por consiguiente, se expone *la industria* como factor final que se afecta por las herramientas digitales, esta se relaciona con el uso del concepto de producción en serie y se ve afectada en el eficaz rendimiento de la producción por ejemplo de viviendas en serie, por medio de los sistemas CAM¹ y de las maquinas CNC².

¹ CAM: Computer Aided Manufacturing o Manufactura asistida por computadora; implica el uso de computadores y tecnología de cómputo para ayudar en todas las fases de la manufactura de un producto, incluyendo la planeación del proceso y la producción, maquinado, calendarización, administración y control de calidad.

² CNC: Control Numérico Computarizado, es el uso de una computadora para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta.



Ilustración 26: Sistema de corte de plasma CNC, estos sistemas permiten La automatización de la producción material en arquitectura.

Fuente: <https://goo.gl/QBk6dh>.

Es así como Baixas (2006) concluye su manifiesto hacia los procedimientos digitales en arquitectura revelando la transformación del mundo virtual hacia una representación impresa sobre la realidad, y demuestra que los ambientes digitales solamente generan una *atracción por lo virtual* y que ahora con los servicios que ofrecen al proyectista hacen parte de la *voluntad de lo real*. Es así, como el arquitecto debe plantearse el cuestionamiento de cómo generar arquitectura con los medios digitales y encontrar el modo de plasmar en la realidad aquellos ejercicios basados en códigos y sistemas lógicos.

Para proseguir con la interrogante sobre el buen manejo de las herramientas digitales con su aproximación a la realidad se postula lo siguiente:

“En arquitectura, el espacio abstracto del proyecto se concibe tradicionalmente como un espacio neutral ideal de coordenadas cartesianas. Sin embargo, en otros campos del diseño, el espacio se concibe como un entorno de fuerza y movimiento más que como un vacío neutro... La arquitectura puede modelarse como un partícipe inmerso en los flujos dinámicos” (Lynn, 1997).

Y esta capacidad maleable por parte de la arquitectura genera un plus para con sus procesos de diseño, ya que ahora se pueden manipular a partir de las múltiples variables agregadas por

el usuario y esto facilita su disposición de aceptar a la tecnología digital como aliada en la creación de un proyecto arquitectónico.

Más sin embargo, Pinochet (2009) presenta su cuestionamiento acerca del estado actual y el futuro de la profesión planteando con ello su relación con el aprendizaje de los nuevos métodos digitales que también se logran ubicar en otras disciplinas para ser aplicados en arquitectura, pero “no poniendo énfasis en la producción de una forma determinada, sino más bien en el proceso que la genera” (pág. 35), y en este caso no importa mucho el objeto final, pero si el proceso por el cual se llegó a él, permitiendo así incrementar los campos de conocimiento de estas herramientas y su producción eficiente no solo en arquitectura, sino que en cualquier otra disciplina relacionada con el diseño solucionando para estos problemas geométricos de gran dificultad.

Naturalmente los medios digitales tienen la capacidad y el procesamiento de simular representaciones geométricas que muchas veces serían imposibles de realizar sin aquellas herramientas, lo anterior corresponde netamente al aspecto formal del objeto, ya que este produce fascinación con todas las propiedades relevantes de la producción arquitectónica producidas desde la inmediatez de la tecnología, ya que tomando esto como ventaja se pueden orientar dichos procesos de diseño a la producción material del elemento a construir (Pinochet, 2009).

Y para complementar con la tecnificiencia de los sistemas digitales, es así que los “modelos de ayer ya no son adecuados, los materiales tradicionales se han vuelto obsoletos para plasmar las formas complejas de los nuevos planteos arquitectónicos y los diseños se han transformado en abstractos y experimentales” (Fraile, El nuevo Paradigma Contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital, 2012, pág. 2). Con esto los proyectos de arquitectura dejan de llevar un proceso de creación lineal, el cual no permite cambios durante su producción y pasa a convertirse en un proceso mucho más dinámico que maneja más posibilidades, es más flexible, y a la hora de trabajarlo aporta también aprendizaje a quien lo aplica.

Anteriormente se trató sobre los sistemas CAM y CNC, sobre la forma como estos proporcionan al usuario la capacidad de producir o plasmar un elemento concebido desde un

ambiente virtual y su traspaso hacia un elemento material. Claro está, que posteriormente se hacen pruebas en ambientes virtuales por medio de la simulación de caracteres gráficos que permiten corroborar si realmente dicho modelo digital podría cumplir su fase final como objeto material.

Muy pronto, comenzaron a desarrollarse herramientas complejas: máquinas de corte, (por chorro de agua, láser o arco de plasma), máquinas de sustracción de material, (por agentes químicos, eléctricos o mecánicos), máquinas de prototipado rápido, (fabricado por moldeo en capas, de materiales plásticos, yesos o resinas), con precisiones de décima de milímetro, dando lugar al nacimiento de la automatización y de la robotización de la producción arquitectónica (Fraile, El nuevo Paradigma Contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital, 2012).

Con lo anterior, se da origen a un nuevo sistema en el campo de la industria y también en la arquitectura, ya que la revolución de los sistemas de ensamblaje o de prefabricados está concebido como una novedad, claro que no solo es la parte constructiva el único benéfico, también se escatima en costos de producción y la facilidad de transporte de estos elementos que al ser prefabricados sus dimensiones se pueden trabajar muy fácil y son de mayor acceso.

Pero es de saber que la arquitectura no se representa solo con el objeto visual, también se ha de resaltar el espacio donde este se ubica y empalma como si fueran una sola unidad. El espacio también es trabajado por medio de las herramientas digitales ya que se considera otro elemento más, del cual pueden surgir más oportunidades de diseño y así complementa “...todos los niveles de diseño, desde el urbanismo al detalle constructivo, mobiliario interior y el campo de los artículos de consumo” (Schumacher, 2008). Es Así que el diseño paramétrico no se está quieto, su principal ventaja es siempre estar en acción y al tanto de todas las oportunidades y variables que se puedan generar con cualquier elemento, en este caso el espacio se convierte en otra variable más.

Oportunamente con el factor espacio, tomado como dato de información, con el cual también se pueden implementar las herramientas digitales, y donde se potencializa el uso de estas para redefinir el espacio urbano, ya sea desde la micro escala a la macro escala que están en sus posibilidades de manejo. Como, por ejemplo, se podría utilizar en el ordenamiento territorial,

en una escala de trabajo tal como la de los pequeños espacios residuales, ya que este es un ejercicio más aproximado a la presente investigación.

La ventaja del espacio urbano es también que ofrece múltiples posibilidades de la recolección de variables, no solo con un análisis sobre el espacio físico, también en la percepción sensorial del lugar, su ubicación en la ciudad, y como se incrementa su utilidad en el territorio, otro factor a favor es que se aprende a percibir el espacio como una matriz llena de datos flotantes con la cual, se practica como leer los “territorios donde los llenos y los vacíos, marcan los límites y las fronteras; definiendo su valor a partir del tipo de información que brinda” (Fraile, Minafro, & Piantanida, 2016) y esta es una posibilidad del gran número de información a utilizar de los espacios urbanos, con la oportunidad de usar esos datos a favor sobre un sistema de diseño digital.

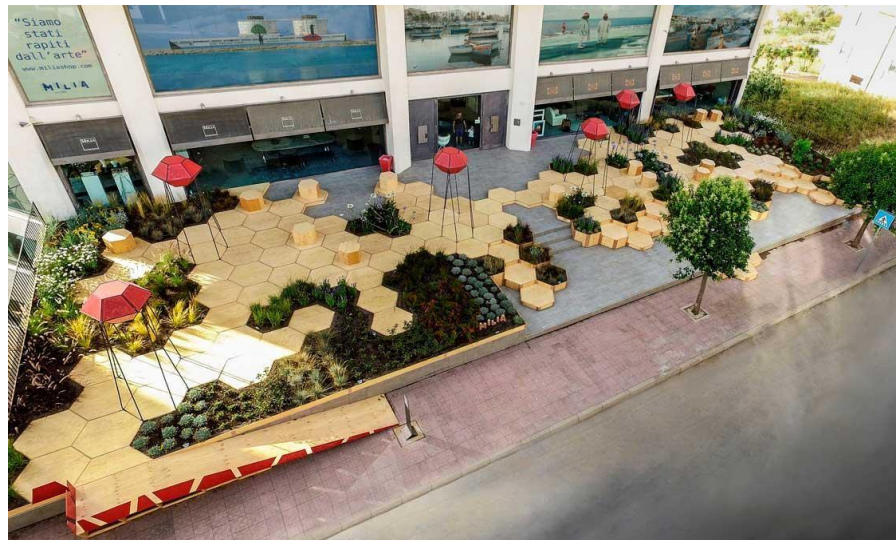


Ilustración 27: Apropiación del espacio urbano con el uso de las herramientas digitales. Fuente: <https://goo.gl/Pbe5BK>.

Es sin duda la era digital una de tantas travesías en la cual el proyecto arquitectónico se contempla como todo un elemento de desarrollo cambiante, siempre dinámico y a la espera de nuevas observaciones permitiendo al arquitecto manipular y enfocar dichas variables a su mejor desempeño, esto gracias a la ayuda de combinar diversas disciplinas que aportan cada vez más a el progreso de la profesión , y hacen que ciertas circunstancias se puedan comprender, porque solo con los conceptos clásicos de la arquitectura no se podrían

formalizar muchas propuestas que hoy se conciben como revolucionarias para un usuario en constante movimiento e insatisfecho por que no cumplen sus expectativas de calidad de vida urbana o simplemente con el confort natural necesario para el diario vivir y es así que se vive en un contexto real para actualmente formalizar la proyección real de estas iniciativas.

2.3 Consideraciones acerca del enigma digital

Para los arquitectos que se formaron con los clásicos fundamentos vitruvianos, el uso de nuevas herramientas de diseño en esta era digital podría resultar para unos pocos como una respuesta próxima al debilitamiento de la profesión, pues se trata de un cambio aparente de los diferentes procesos para el nuevo aprendizaje de la arquitectura esto teniendo en cuenta que los modernos alumnos de la profesión son por naturaleza digitales, y las labores manuales como diagramar laminas a mano alzada o usar el lápiz como medio de representación es para algunos una labor muy tediosa, al igual que el proceso de hacer maquetas teniendo en cuenta que para la actualidad existen los sistemas de representación en 3D, y estos permiten visualizar todo un objeto desde diferentes perspectivas e incluso agregando materialidad como se contemplaría en una maqueta.

Otro punto a resaltar es que para el público en general se deja a consideración el dilema sobre la autoría de una obra final, si se le amerita al arquitecto que hace uso de la herramienta o a la herramienta misma manipulada por el arquitecto.

Pero es irrelevante dar el prestigio a uno solo, pues evidentemente la herramienta no funciona sin su operario, y el arquitecto no entendería los conceptos básicos de la herramienta si no fuese por su formación básica en la academia, necesaria para la unión de esos conocimientos aplicados al ejercicio profesional ya que se trata de una amalgama de saberes y sobre todo de la sagacidad del operario y su visión de los métodos que generan tanto dificultades como oportunidades en toda la ardua labor del proceso de diseño, y por los conceptos emergentes que actualmente quieren sobresalir en este campo del diseño que siempre está en parcial evolución.

El uso necesario de nuevas tendencias en la forma de diseñar, y la importancia de generar cambios en la manera de percibir la arquitectura, crean nuevos lapsos de conocimiento en la descendencia de la misma y es sobre el proceso de diseño que se logran reforzar estos conocimientos característicos naturales del arquitecto los cuales transforman y actualizan propiedades de los pasados lineamientos para diseñar en arquitectura.

El proceso de diseño, se puede ver como el medio por el cual un arquitecto o un diseñador se adentra en los campos de conocimiento de los cuales posee para dar solución a una posible incógnita. Se habla de un proceso por el hecho de disponer un estimado de pasos o fases las cuales, se orientan a mejorar el potencial y la habilidad del diseñador para explorar y comprender el desarrollo de lo que se propone a solucionar y al mismo tiempo ejercita la práctica de su labor.

Para definir el resultado obtenido por el proceso de diseño, Correal (2007) se refiere al proyecto arquitectónico como producto final de este:

En otras palabras, el proyecto se ha convertido en un instrumento de acción de la gran parte de arquitectos profesionales, sin más consideraciones que los procesos técnicos para su elaboración. El valor de la invención ha ido, cada vez más, en franco retroceso... (pág. 55).

Con lo expuesto anteriormente, se logra identificar que para la actualidad el proceso de diseño se maneja de manera sistemática para la producción del objeto arquitectónico, viendo estos de manera técnica y constructiva, no para lo que realmente se le consideró al *proceso* como elemento que tiene la capacidad de generar nuevos argumentos y distinguir diversas finalidades para la arquitectura. Se ha perdido la consideración de generar nuevos conocimientos conceptuales o teóricos que desempeñan un papel arduo en el desarrollo de la arquitectura, y es por lo anterior que Correal (2007) observa un retroceso en el progreso de los nuevos movimientos o estilos. Dado que, regresar a los antiguos estilos de diseñar sería una total contradicción para la época actual la cual se encuentra cargada de nutridos conocimientos, resultantes de la constante evolución en la ciencia, y la investigación como medio para manifestar que los saberes se pueden plasmar, comunicar, y ser difundidos para

que en algún momento se les otorgue a estos saberes la posibilidad de ser aplicados en pro de mejorar la enseñanza en arquitectura.

Con lo anterior, se observa una pequeña fase de cómo tiempo atrás se observaba al proyecto arquitectónico, pero también Correal (2007) ofrece nuevas posibilidades hacia el imaginario retroceso que surge en la profesión, y propone lo siguiente:

Sin embargo, aún sin considerar el proceso proyectual como asunto de investigación, desde sus prácticas, éstas conducen inevitablemente a una producción de conocimiento, fruto de las acciones que el sujeto realiza en términos de operaciones proyectuales, en la construcción del objeto u obra de arquitectura... (pág. 56).

Ahora se toma como un opuesto con lo planteado anteriormente y se propone como producción sistemática de conocimiento ya que como define el autor, la investigación integra una serie de relaciones entre teoría y práctica proyectual que sirven como bases para sustentar o argumentar las obras finalmente concebidas, con criterio propio y toma de decisiones, en definitiva, características exclusivas de su progreso como investigador.

De igual manera, la investigación se usa como un elemento más de ayuda hacia el resultado del proceso de diseño, el cual solo pretende reflexionar desde otra perspectiva y mejorar todos aquellos fundamentos obtenidos de la experiencia y del entendimiento por parte del proyectista, esto conlleva a una expansión de diversos enfoques en la arquitectura por medio de la investigación, ya que como se trató anteriormente el uso de diversas disciplinas aplicadas a la técnica de diseño proporcionan una mejor calidad en el desarrollo de la propuesta, ahora concebida como producto de investigación y más concretamente se aborda como parte de una investigación multidisciplinar.

Este tipo de investigación incrementa las posibilidades de alcanzar una mayor apropiación y defensa sobre el proyecto arquitectónico trabajado desde una extensa gama de sapiencias y así “la investigación multidisciplinaria permite la articulación y la comprensión de fenómenos antes desarticulados por las estructuras académicas. La interacción del conocimiento se ha hecho presente... pues favorece el crecimiento disciplinario” (Fragoso, 2008, pág. 57).

Esta postura multidisciplinaria, a diferencia de la visión disciplinaria que deja de lado la posibilidad de considerar diversos aspectos que participan en la investigación, la proyectación y la realización... faculta la interacción desarrollada entre múltiples disciplinas; permite, a su vez, que dos o más disciplinas se encarguen de resolver las necesidades..., desde el nivel de investigación, de proyectación y de realización con el enfoque de cada campo del conocimiento y con sus propios procedimientos, abordajes teórico-metodológicos y técnicas (Fragoso, 2008).

Dando como resultado una configuración de fácil manejo y uso para con el proyecto de arquitectura instruyendo cada vez más los diversos procesos capaces de aclarar la nueva y creciente aplicación de dichas disciplinas en pro de mejorar la calidad del resultado impuesto en el objeto arquitectónico con su aplicabilidad y apropiación por parte del usuario.

Principalmente la investigación multidisciplinaria se adentra en la arquitectura como un ciclo más para la evolución periódica que esta profesión amerita, significando así un dinamismo progresivo en el momento de actuar conforme las circunstancias cuya magnitud se podría controlar de acuerdo a la agudeza del diseñador.

Y para establecer la alineación de las herramientas digitales con los procesos de investigación, se logra identificar dos posturas de las plataformas digitales conforme su aplicación en la arquitectura de acuerdo a Miret (2018) se trata de la *Postura representativa* y la *Postura no-representativa*.

La *Postura representativa* es la que se preocupa por el representar, es decir, volver a representar lo que lo que ya se conoce, pero de otra manera, es muy usada como publicidad o para la venta de un producto o propaganda como los denominados **renders**, que se caracterizan por su alto valor visual, y generan un supuesto imaginario de lo que todavía no es y también para mejorar visualmente aquellas realidades que ya existen y seguir trabajando sobre esas realidades alternativas que se desean logren poder materializarse en algún momento .



Ilustración 28: Ejemplo de render, el cual expresa la satisfacción del Hombre por la contemplación visual. Fuente: <https://goo.gl/K2LYj5>

La *Postura no-representativa* está relacionada con proponer un cambio en la forma de dirigirse al sistema proyectual, constituyendo una posición abierta en la cual se obtienen varios puntos de vista, recalca Miret (2014) “Se trata de operar “desde atrás” de la forma, desde atrás de la Arquitectura” (pág. 31), y con este concepto plantea en consideración la opción de poner de manifiesto los procesos proyectuales tradicionales ya que estos nunca son explícitos y esta postura trata de volver reversible el proceso proyectual, para que el proyectista entienda de forma más clara todos los eventos que son determinantes para comprender el proyecto y con las plataformas digitales ese potencial es extraído al máximo.

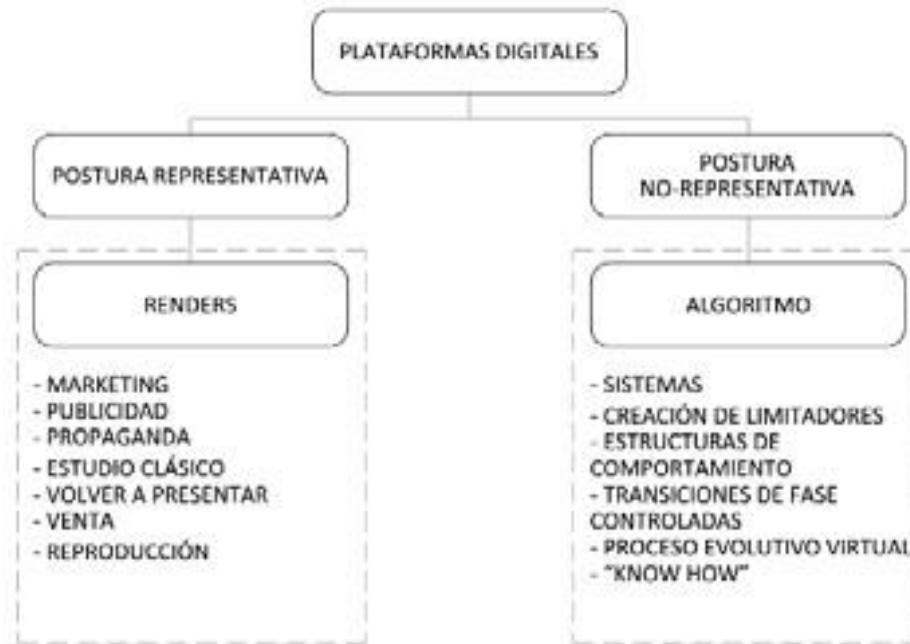


Ilustración 29: Posturas digitales. Fuente: Miret, 2014.

Seguidamente, son las dificultades del arquitecto las que proveen la información necesaria para configurar el proceso de investigación proyectual y Correal (2007) se refiere a otra forma de abordar estos problemas desde un enfoque metodológico:

En 1963 el arquitecto inglés Christopher Alexander publica “La síntesis de la forma y el Diseño”, donde plantea un aproximación científica al proceso de diseño con apoyo de modelos matemáticos, a partir de los mejores argumentos del funcionalismo y bajo la premisa de la falta de respuestas formales claras por parte de los arquitectos, debido a la creciente complejidad funcional de los nuevos edificios y por ende, la falta de comprensión de los problemas arquitectónicos por parte los arquitectos mismos (pág. 54).

Por consiguiente, los métodos de trabajo en arquitectura se establecen desde un punto de vista más científico, volviendo a retomar la disposición del oficio como ente generador de conocimiento, y herramienta para dar solución a las dificultades sociales que, al fin y al cabo, son estas la principal razón de su finalidad.

Pero, por alguna extraña razón el arquitecto actual siente nostalgia por las obras del pasado y trata de volverlas a la vida por medio del proceso de la restauración o con el buen uso de la comunicación visual ofrecida por la tecnología 3D y es como Hernandez (2008) expone lo siguiente: “La falta de fe en la arquitectura actual, que justificaría en parte el refugio en estas reconstrucciones de la arquitectura del pasado reciente, parece una patología característica de nuestra sociedad...” (pág. 163). Se refiere con claridad a la poca confianza que hay en la actualidad hacia los nuevos procesos de diseño, y como se concibe la arquitectura tratando de resistirse a un cambio que claramente está por venir dejando atrás lo que alguna vez se conoció como el auge de la arquitectura clásica, moderna y diversos estilos anteriores. Claro que hay un punto favorable para la restauración, y es la conservación del patrimonio y de la memoria colectiva de la sociedad que se encuentra en la obra arquitectónica.

Seguidamente con la idea del proceso proyectual como elemento cambiante y para abordar este nuevo paradigma en la arquitectura, es con el libro de Alberti ”*De re ædificatoria*”, en donde se describe que la obra arquitectónica se construye primero en la mente y luego mediante procesos de anotación se representa y esta sigue su proceso constructivo, el arquitecto no es un mediador entre la técnica y la materia , el ya conoce la técnica y la materia, y por tal formula como el objeto debe ser construido y esto influyo para que naciera la concepción del proyecto. Alberti nombra al arquitecto como un “pensador” por el hecho de adquirir la idea principal, y no un “hacedor” cosa que se le confiere a los obreros que formalizan la obra (Miret, 2014).

Y es por medio de la notación de los procesos, que nace la parametrización del proyecto arquitectónico, formulado desde los procesos constructivos puesto que, se controlan los aspectos materiales y técnicos necesarios para la obra y así “Alberti recurre a traducir en parámetros la idea de lo que el evento arquitectónico debería ser, según su postura autoral” (Miret, 2018, pág. 2).

Seguidamente, y en relación al diseño paramétrico, se genera entonces el impulso de nuevos procesos pedagógicos en escuelas de arquitectura con relación a incrementar el uso de crecientes métodos para interpretar los procesos proyectuales, pero, sin embargo, siempre se tiene la inseguridad del manifiesto por lo visual y la idea de los emergentes procesos

disciplinarias es no caer en la “repetición y representación de imaginerías seductoras” (Miret, 2018, pág. 10).

En definitiva, es de notar que en las escuelas de arquitectura los nuevos pensamientos sobre los emergentes procesos de diseño ofrecen un profundo entendimiento de aquellas formas complejas y orgánicas que se creían inalcanzables pero que ahora por medio del ordenador se conciben como elementos prácticos y de aprendizaje, involucrando al aprendiz en un nuevo paradigma como investigador, con crítica un poco más objetiva en relación a la conciencia instrumental de diseñar en arquitectura.

El taller de arquitectura es el cimiento establecido por la academia en la cual el aprendiz toma su lugar como crítico y se adentra en los conocimientos básicos propios de la carrera, también es un espacio para recapacitar sobre los escritos pasados y los que se le presentaran en el lapso de sus vivencias como estudiante. Es la arquitectura una labor que se origina por la necesidad del hombre de unificar sus saberes en el campo de la construcción, el arte, ciencia, y demás prácticas que complementan y optimizan la instrucción de quien se ofrece humildemente al desempeño de esta profesión.

En la investigación “Herramientas digitales en el proceso de diseño en el taller de arquitectura” de Alejandra Bianchi (2003), se establece el papel que desempeñan estas herramientas en el proceso de aprendizaje y se presentan algunos resultados preliminares obtenidos en su investigación de los cuales se obtiene una pequeña muestra sobre los alcances en el proceso de diseño y también sobre su uso en el proceso pedagógico.

Tabla 1: Herramientas digitales en el taller de arquitectura

HERRAMIENTAS DIGITALES EN EL TALLER DE ARQUITECTURA	
PROCESO PEDAGÓGICO	USO DE HERAMIENTAS DIGITALES
Es importante enseñar la interacción de los medios digitales desde los primeros años.	Potencian la intuición e imaginación de los usuarios y permiten una lectura virtual de la idea.
No se contempla suficientemente la incorporación de la informática a todas las etapas de elaboración de un proyecto.	Ya no se focalizan hacia las presentaciones finales, ahora se introducen al proceso creativo.
Interacción de medios(analógico-digital) porque incrementa recursos.	Permiten el estudio de múltiples alternativas a partir de un mismo modelo mucho más simple.
Las herramientas digitales incentivan al estudiante.	No existe un manejo autosuficiente de las herramientas del diseño asistido.
La computadora como una herramienta que permita la exploración de múltiples posibilidades sintácticas significa llegar mucho más lejos que la representación eficiente de sus proyectos.	Resultan productos con ausencias de detalles para la comprensión de la propuesta puesto que se interpreta que es una ventaja llegar a la propuesta.
Se considera necesaria la experiencia en el tablero.	Se considera indispensable para la velocidad de armado en las propuestas.
Hay etapas que no se pueden resolver en el computador.	Permite realizar correcciones en menos tiempo para lograr una concepción integral del proyecto.
En el proceso de diseño, se logra una mayor rapidez en los cambios y en la visualización del objeto.	El poco ajuste de las herramientas al proyecto entorpece el proceso creativo si no se realiza su uso adecuado.

Fuente: Elaboración propia a partir de Bianchi 2003

Ahora, como consecuencia de la aplicación de las herramientas digitales en los procesos pedagógicos en arquitectura se obtiene que, estos se deben evaluar para encontrar un punto medio en el cual no se perciban como indispensables para el aprendizaje, pero se sostiene que, si son necesarias por su utilidad. Y se debe procurar seguir una posición imparcial en donde se decida si es factible o no su uso en los primeros años de la carrera, dadas las ventajas y desventajas de su aplicabilidad, para lograr así un equilibrio adecuado y no interferir con la enseñanza del estudiante ya que este muchas veces se entusiasma o se aleja de la carrera, pero también pueden llegar a ser una forma de incentivar al mismo, dando una muestra de su adecuado uso.

Se trata entonces, de favorecer la profesión con el buen uso de estas herramientas emergentes y así llegar más lejos con la disposición de los beneficios generados por estas, como implemento de representación y como instrumento creativo, valiéndose de la capacidad de servir a modo de instrumento de investigación, que se convertiría en una consecuencia del docente, hacia la iniciativa del estudiante.

CAPITULO 3.

APLICACIÓN Y DESARROLLO PROYECTUAL.

3. APLICACIÓN Y DESARROLLO PROYECTUAL.

En los capítulos I y II se determina el núcleo principal de la presente investigación con el diseño paramétrico como concepto principal, el cual favorece la entrada a las nuevas herramientas de diseño en esta era digital y su posible uso como elemento de investigación para el proyecto de arquitectura desde la academia. Para el presente capítulo se tienen a disposición dichas herramientas para la aplicación de las teorías y componentes necesarios destinados a diagnosticar aspectos que permitan potencializar espacios urbanos de pequeño formato, por lo que es necesario exponer las diversas definiciones de los espacios urbanos, la diferencia de escalas de los mismos, también su uso, ubicación en la trama urbana y demás

componentes que conforman estas pequeñas zonas de la ciudad. Así, se designan las herramientas consideradas óptimas para potencializar un espacio urbano de acuerdo a su diagnóstico, y dar a conocer el funcionamiento de sus conceptos de acuerdo a la compatibilidad y adaptabilidad que el usuario motor o ejecutante de la herramienta considere necesario para fortalecer las demandas de estos espacios. Posteriormente, para la aplicación de las herramientas digitales en este proyecto de investigación, se seleccionó un espacio urbano localizado en el municipio de Pamplona Norte de Santander, en el cual se disponen dichas herramientas como apoyo hacia la viabilidad de trabajar las variables o necesidades las cuales este disponga y enfocar así, sobre la base de un diagnóstico previo, diversas posibilidades a mejorar sobre las necesidades emplazadas en el espacio urbano.

3.1 Modelos urbanos: Acerca del espacio urbano de pequeño formato.

Es la ciudad contemporánea, el ambiente adecuado en la cual, el hombre aprendió a desenvolverse de una manera natural adaptándose a este como su nuevo entorno y con la capacidad de condicionar aquellas necesidades que permiten beneficiar su permanencia sobre este ecosistema urbano, en donde, tanto la ciudad como su huésped se mantienen en constante evolución desde su instauración, para el subsistir y el beneficio del habitar mismo. Es esta disposición en la vida del ser humano, la que permite desarrollar una conducta social como actividad cotidiana, que a su vez es organizadora del espacio urbano a manera de coexistir con aquellas operaciones que reforman los mismos, como son los factores económicos, sociales, ambientales, etc., los cuales contienen a su vez una gran cantidad que organizan a la ciudad como un contenedor de fundamentos cambiantes afines con el habitar.

Es así, que se considera lo urbano como todo aquello que de manera material y sensorial conforma la ciudad, generalmente conformado por todas aquellas actividades ejecutadas por el hombre que se realizan dentro de este entorno y que es un tanto ajeno a lo rural, el olvidado campo. El nostálgico lugar donde se trabaja la tierra para dar sustento diario, donde las actividades agrícolas son obras del día a día, es tal vez de donde proviene el origen mismo de la ciudad y de lo urbano.

Con lo anterior como acercamiento hacia una declaración de lo urbano, ya que es en donde se pretende aplicar las teorías planteadas en capítulos anteriores, se exploró la siguiente definición entre los sectores rurales y los urbanos:

Rurales son aquellos sectores de población que se extienden en la región y se dedican a la producción de los artículos primarios que rinde la tierra; los sectores urbanos, en cambio, incluyen a las grandes masas concentradas que no se interesan, al menos en forma inmediata, por la obtención de materias primas, alimenticias, textiles o de confort en general, sino que están vinculadas a los transportes, a las industrias, al comercio, a la instrucción de la población, a la administración del Estado o simplemente a vivir en la ciudad. (Arousseau, 1921).

Este primordial suceso, el de vivir en la ciudad, es la principal característica de los espacios urbanos, conformados para la ocupación del hombre en ese dominio dedicado a ejecutar las actividades propias de la ciudad, y con esto refiriéndose netamente a ocupaciones no agrícolas.

También, la ciudad hace parte del paisaje natural creado por el hombre y por esto Smailes (1953) afirma que “para su objetivo particular... se debe considerar lo urbano como un tipo particular de paisaje producido por el hombre” (pág. 53) y se convierte desde entonces en un paisaje muy peculiar, ya que siempre está en constante crecimiento, y las actividades a practicar por parte de sus habitantes se mantienen siempre en un intercambio de posibilidades y experiencias únicas que solo se viven en la ciudad.

Y desde esa perspectiva, "los espacios urbanos y sus envolventes son el legado histórico de anteriores generaciones, y sirven al ciudadano como proceso de aprendizaje para entender sus raíces originales" (Bazant, 2010, pág. 14). Es tal, que nace una memoria colectiva del espacio urbano, de acuerdo a los cambios realizados a lo largo del tiempo sobre las cambiantes necesidades de un usuario que siempre está insatisfecho por el inadecuado uso del espacio y siempre al tanto de permitir realizar adecuaciones a estos, para revitalizar la historia de lo urbano y por tanto la historia del pensamiento colectivo de los usuarios.

Es condición natural del ser humano, realizar sus actividades en espacios abiertos permitiéndose salir de vez en cuando de su condición individual, ya que en estos tiene la

facilidad de expresar su constitución como ser social a partir de su entorno, para aprovechar esa composición simbólica que implica establecer una comunicación entre diversos individuos y “es en los espacios abiertos urbanos que los habitantes realizan actividades importantes en su vida cotidiana, como actividades sociales, recreativas, culturales, comerciales, etc. derramando de manera pública los hechos históricos, presentes y futuros que marcaran la vida de la ciudad”(Palomares, 2011, pág. 7). Catalogados también como espacios al aire libre entre los edificios, cuya disposición está al tanto de la conducta y de las cualidades sociales del hombre.

Con lo anterior, se puede proseguir a categorizar la estructura urbana; tal y como fórmula Rodríguez (2014) se pretende proyectar una “recomposición de la forma urbana a partir del espacio público... concretamente en determinar aquellas alteraciones, incidencias e impactos que logran des-configurar y descomponer la forma urbana” (pág. 7), estas categorías en contexto son:

- Forma urbana
- Espacio urbano
- Espacio público
- Niveles de escala

En primera instancia, Rodríguez (2014) caracteriza la *Forma Urbana* como el desarrollo de piezas –urbanas-- (como ciudades, sectores, zonas, barrios, etc.) necesarios para formar la infraestructura del sistema urbano y esenciales para un planeamiento del territorio específico.

La forma urbana tiene un papel distintivo en la ciudad ya que, opta por la particularidad de dar explicación morfológica a los espacios urbanos, que, desde la condición de sus componentes y determinantes, esta siempre en constante movimiento, por esto, la forma urbana se considera como efímera ya que de acuerdo a la permanencia de las actividades y condiciones de su creación se puede llegar a dar un cambio positivo o no muy favorable para los usuarios directos que son los que manipulan el espacio.

Así mismo, el autor plantea que cuando la morfología urbana empieza a disiparse y se desvía de su labor urbanística, es común “llevar la recomposición de los componentes la forma urbana” (pág. 8). Componentes esenciales para la recomposición de la forma, como el contorno,

las piezas urbanas, trazado de manzanas, también las actividades urbanas/ usos del suelo, con la edificación/ construcción y demás elementos definidos a constituir un nuevo planteamiento de los espacios urbanos.

Seguidamente, el autor plantea ahora una trayectoria hacia el *Espacio Urbano*, y este se puede determinar como: todo espacio proyectado que queda libre entre los edificios o como:

...aquellos espacios al aire libre que se encuentran entre los edificios y permiten la comunicación, tránsito e interacción social de los habitantes dentro de la ciudad, estos pueden ser de carácter público, semi-público y privado siendo delimitados por el paramento de los edificios y/o barreras físicas naturales (mar, ríos, relieves topográficos, etc.) que los colindan (Palomares, 2011).

Los límites que demarcan los espacios urbanos, principalmente son los que determinan la relación de interacción con el usuario, ya que como se describe anteriormente pueden ser de carácter público, semipúblico y privado, y con esto se puntualiza una referencia a cada tipo de espacio y para un tipo de usuario.

De esta manera, se proseguirá con una breve y transitoria definición sobre estas características de los espacios urbanos. Como primera medida, los espacios urbanos de carácter público, tienen mayor predominio en la ciudad ya que los habitantes pueden acceder libremente a este por que disponen de libre tránsito y permanencia sobre los mismos. También habilitan una amplia gama de actividades para realizar sobre el mismo, su mayor cualidad es ser la principal fuente de recreación e interacción social al interior de las ciudades. Dentro de los cuales se pueden resaltar los siguientes: Calles, plazas, parques, jardines, etc.

El espacio semipúblico, mantiene un acceso un poco más restringido para permanecer y transitar sobre estos, en ocasiones estas restricciones se dan con un carácter físico, y pueden ser muros, cercas, linderos, etc. Y no son tan predominantes como los espacios públicos ya que estos espacios se generan a partir de lineamientos que dan una sensación de seguridad, entre los más comunes se encuentran las calles cerradas, parques cerrados, parques urbanos, cementerios, etc.

Por consiguiente, los espacios urbanos privados, tienen un acceso restringido en todo momento porque su uso está determinado solamente para los propietarios del mismo o a

quienes tengan un acceso especial sobre el espacio. Delimitados principalmente por barreras físicas, que a su vez limitan el desarrollo de las actividades, estos espacios generan una percepción significativa con una relación visual en la ciudad; entre los cuales se identifican los siguientes: jardines privados, estacionamientos, terrazas y azoteas de viviendas, etc. (Palomares, 2011).

Es de tal manera, que los espacios urbanos se convierten en parte fundamental del habitar colectivo en la ciudad y tratan de recuperar el desplazamiento del hombre por encontrarse de nuevo con esa sensación de alivio existencial en la ciudad por medio de una interacción individual y social con su entorno inmediato, el cual se traduce en aquellos contenedores de lo vacío privado y lo vacío público. Y dependiendo el grado de cerramiento de estos espacios, se puede notar como se reestablecen las dinámicas de la forma urbana con una recuperación de todos aquellos elementos que forman parte de la estructura morfológica en la ciudad.

Y es del interés de la presente investigación tratar con el concepto de espacio público por su notable disponibilidad, y agradeciendo su mayor predominio en lo que a los espacios urbanos se refiere. También porque es un espacio el cual provee mayor dificultad en su conformación, ya que se articula de una manera más abierta a la complejidad que demandan las soluciones urbanas en las ciudades debido a sus relaciones con los habitantes y demás elementos del sistema estructurante de la ciudad.

La naturaleza del espacio público, nace en cumplimiento de resolver el carácter social en el transcurrir de la vida del hombre, para llegar así a condicionar por su parte, un buen desempeño de su cargo como integrante de la vida social en cada rincón posible de la ciudad, sobre los cuales se distinguen algunas piezas estructurantes de la ciudad que anteriormente se nombraron como parte del espacio público. Uno de estos es la plaza, que se introduce como elemento sustancial para el encuentro de los habitantes y la realización de actividades benéficas por sobre un compartir social mutuo. Es como “la plaza es la primera creación humana en el espacio urbano. Resulta de la agrupación de casas alrededor de un espacio libre.” (Krier, 1975, pág. 18). Y denota que su formación tiene un aspecto natural en la ciudad con la particularidad de ser un atractor de actividades urbanas apropiándose de la memoria histórica y social de los habitantes que frecuentemente usan este espacio.

Y con la plaza como nodo central del esparcimiento de lo público, en algunas ciudades se empieza a construir a partir de esta la trama urbana que es ejecutada por la calle, también constituida como un mecanismo que permite la comunicación de los individuos a distintas partes de la ciudad y favoreciendo al usuario con su atributo de carácter público e interacción social (Palomares, 2011). La calle no solo está limitada a su condición de comunicar un punto de otro, cuenta asimismo con un sin número de actividades que se pueden ejecutar en las mismas, desde el comercio, espacios para la cultura, la música, el deporte, espectáculos abiertos, etc., y claro está que depende de las características especiales de la calle para cumplir con las necesidades del usuario y su naturaleza de generar las condiciones adecuadas para su uso.

Consecutivamente, “el espacio público no es el espacio residual entre lo que se ha construido y el espacio viario. Hay que considerarlo el elemento ordenador del urbanismo, sea cual sea la escala del proyecto urbano” (Borja 2003, pág. 52). Con esta referencia, se lleva a cabo la importancia de la escala en los proyectos que se relacionan con el espacio público y su percepción física y simbólica para el ordenamiento de la estructura urbana. Es necesario para este proyecto de investigación entender algunos manifiestos sobre la escala en los espacios urbanos.

El concepto de escala, denota “en sí una noción de medida relativa, que mide un mundo real de cosas concretas y espacios, este parece ser su sentido propio, no pareciendo haber otro” (De Fátima, 2009, pág. 30). Esto en consecuencia a que en esta realidad el hombre tiende a medir y dar valor a todo aquello que le es semejante a su ser, y también el significado de escala varía de acuerdo a la naturaleza del contexto y en referencia hacia lo que el usuario requiere aclarar.

Por esto, de Fátima (2009) complementa el concepto de escala con un significado un tanto más abstracto y un poco menos habitual, familiarizado con las impresiones del hombre sobre el espacio arquitectónico, es así que la "escala desempeña un papel fundamental en la conducción de un pensamiento dimensional en la construcción del espacio arquitectónico, se ha entendido como fundamental para el desenvolvimiento y caracterización significativa del espacio existencial” (pág.262), es de asegurar que el espacio arquitectónico es el que consolida la percepción del usuario y afianza toda una serie de sensaciones escondidas sobre

estos contenedores, de aquellos manifiestos que generan agrado, protección y por qué no, inconformidad con el espacio arquitectónico, así mismo “cuando se establece una escala para el espacio existencial, se está definiendo una regla de relación de medidas sensibles para determinantes unidades espaciales” (264).

Estas unidades espaciales sobre las dimensiones urbanas se establecen en la ciudad como parte de los elementos del espacio urbano clasificados anteriormente, y de los cuales es oportuno resaltar las plazas, los parques, zonas verdes, alamedas, senderos, etc. Y para estos se establece unos rangos de escala sujeto a su tamaño o área de terreno en específico que ocupan sobre el territorio.

Es como en el Documento Conpes 3718 - Política nacional de espacio público - de enero 31 de 2012 se sustenta una categorización de escalas así:

Escala regional: parques de gran escala, con una superficie mayor a 50 hectáreas, y un área de influencia o cobertura de dos o más municipios. Se excluyen de esta clasificación los parques nacionales o reservas naturales de la Nación.

Escala urbana: zonas verdes o parques urbanos integrales, con una superficie que varía entre 10 y 50 hectáreas, cuya área ofrece servicios especializados de esparcimiento y recreación a la totalidad de los habitantes de un municipio. Su nivel de impacto urbano es alto, por cuanto genera afluencia concentrada de personas. Puede propiciar la aparición y desarrollo de usos complementarios en su área de influencia inmediata, que demandan requerimientos especiales en materia de servicios y obras de infraestructura.

Escala zonal: zonas verdes o parques que prestan un servicio especializado, con alcance a la población de áreas urbanas generalmente más extensas y/o complejas que el vecindario, barrio o grupo reducido y homogéneo de barrios, con una superficie que varía entre 4 y 10 hectáreas.

Vecinal: zonas verdes o parques con una superficie inferior a 2 hectáreas, que cubre las necesidades básicas de esparcimiento y recreación de la comunidad de residentes y trabajadores de su área de influencia inmediata. En esta escala se pueden clasificar los parques barriales (superficie inferior a 0,25 hectáreas) y de bolsillo (al interior de una manzana).

Estas definiciones ayudan a dar relevancia al momento de componer el sistema urbano consolidando el espacio público como soporte que justifica las condicionantes de las relaciones sobre la trama urbana además “Es el espacio público el que puede organizar un territorio que sea capaz de soportar diversos usos y funciones y el que tiene más capacidad de crear lugares”. (Borja, falta año).

Es para la facilidad de su manejo que se designa la escala vecinal como elemento de desarrollo en el cual se ubica el espacio urbano de pequeño formato, coexistiendo con la forma urbana de la ciudad y siendo lo suficientemente útil como para mejorar la calidad del usuario y la imagen urbana a una escala que no es lo suficientemente pequeña como los espacios de bolsillo, pero mantiene una relevancia importante por sobre la conformación del espacio público en la ciudad.

Estos espacios urbanos de pequeño formato obtienen su forma de acuerdo a su ubicación en la trama urbana, y se tiene como base una categorización obtenida de la cartilla de *Lineamientos para el diseño e implementación de parques públicos de bolsillo*, como referente inmediato al emplazamiento de los espacios urbanos de pequeño formato.

De igual modo estos pequeños espacios se emplazan en la trama urbana así:

Remanentes urbanos: ubicados entre edificaciones. Ilustración 30

Remanentes viales: recuperados para el peatón. Ilustración 31.

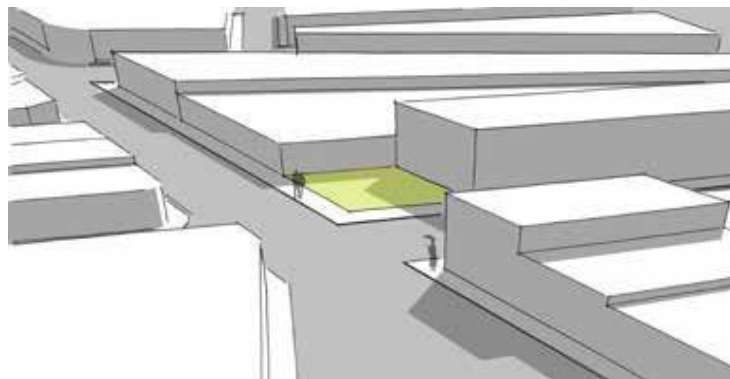


Ilustración 30: Remanentes urbanos.

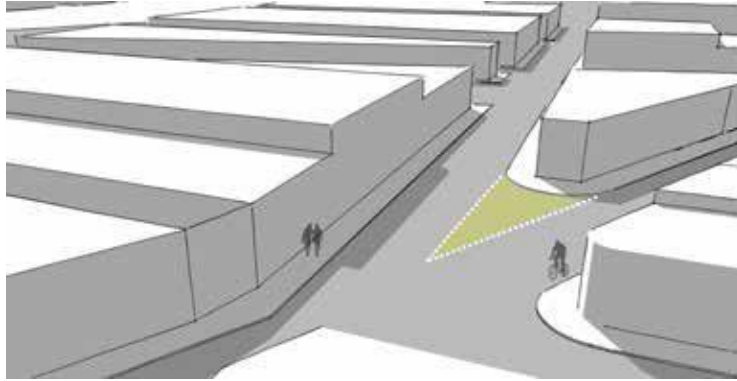


Ilustración 31: remantes viales.

Dentro de la clasificación de los remantes urbanos se encuentran los siguientes.

1. Contenido en 2 paramentos: Cuando el remanente sea consecuencia de distintos alineamientos de fachada y colinde al menos en una de sus caras con una edificación. Ilustración 32.
2. Abierto: Cuando el remanente sea un área de donación no desarrollada y subutilizada, por lo general ubicado en vía pública y sobre el arroyo vehicular, y el estacionamiento ponga en riesgo el acceso peatonal. ilustración 33.
3. Contenido en 3 paramentos: Cuando el remanente sea un lote baldío o un área entre edificios, generalmente con un solo frente hacia vía pública. Ilustración 34.

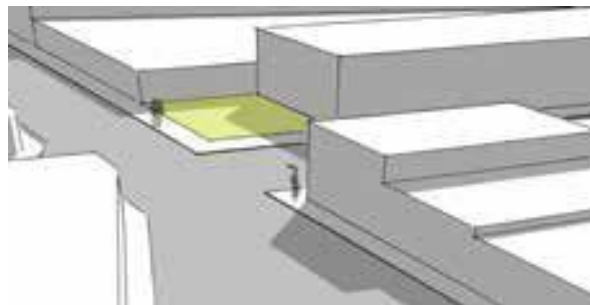


Ilustración 32: Contenido en 2 paramentos



Ilustración 33: ubicación abierto.

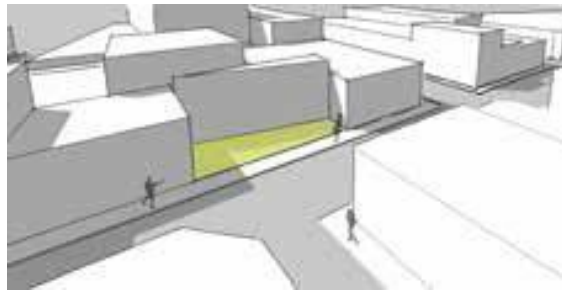


Ilustración 34: contenido en 3 paramentos.

Asimismo, los remanentes viales se clasifican en:

1. Oreja / Aguja: Extensión de banqueta en intersecciones de dos o más vialidades. Ilustración 35.
2. Isleta: Extensión de un camellón, creación de banqueta o espacios peatonales al interior de vialidades o intersecciones. Ilustración 36.
3. Glorieta o península: Creación de espacios peatonales al interior de intersecciones; en caso de ser penínsulas, estas estarán conectadas a las banquetas. Ilustración 37.



Ilustración 35: oreja/aguja.

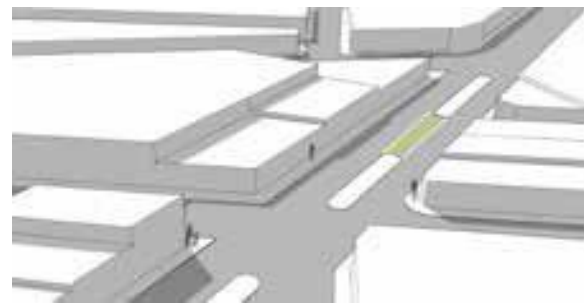


Ilustración 36: isleta

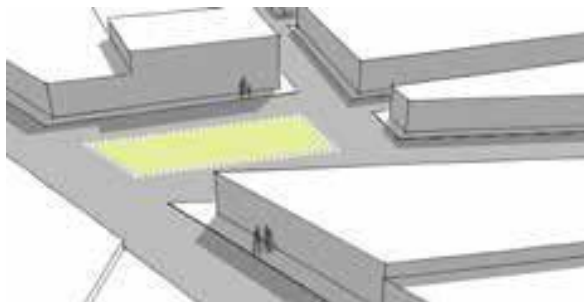


Ilustración 37: Glorieta o península.

Así para el municipio de Pamplona se adopta el espacio urbano de pequeño formato como elemento de estudio para la presente investigación, integrado sobre una escala vecinal en la cual se pretende actuar de manera reflexiva hacia el bien común de los usuarios del espacio público, pues prácticamente son ellos los que dan uso de una manera constante a estos y es deber del proyectista satisfacer aquellas variables de la vida urbana a través del espacio público y ocasionar por medio de este “un espacio de la continuidad y de la diferenciación,

ordenador del barrio, articulador de la ciudad, estructurador de la región urbana” (Borja, 2000).

3.2 Flexibilidad digital: Facultad de las herramientas digitales

Es la arquitectura, una profesión que a lo largo de la historia ha probado su capacidad de acondicionarse a todas aquellas revoluciones principalmente orientadas a la representación gráfica para mejorar y fortalecer el desarrollo de esta antigua labor, más aún esa habilidad que para la presente revolución digital a potencializado ciertos campos de acción con la posibilidad de experimentar nuevos retos y extender cada vez más la cualidad de desplazarse en un sin número de áreas afines y seguir siendo lo que en un principio se instituyó como la profesión por defecto hacia la construcción del habitar.

Y para el presente siglo, con la revolución digital en pleno auge, el uso de la tecnología ha estado apoyando gran parte de las aptitudes del diseñador y desarrollando de a poco sus competencias como profesional al margen de la disposición de estos sistemas dirigidos por medio del ordenador. Como se trató en el Capítulo II, con la tecnología apoyando a los procesos de diseño y representación inicialmente con los sistemas CAD, se produce una sustitución temporal del dibujo técnico a mano alzada y asociando este a objetos virtuales en la pantalla del ordenador.

Dentro del campo del diseño arquitectónico, el CAD es la mayor fuerza de investigación en la industria del software computacional, que involucra a la geometría, las gráficas computacionales y la geometría discreta diferencial. Por lo tanto, el CAD ocupa una gran variedad de aplicaciones para diseño desde el modelado (generación digital en un dominio digital), análisis (mapeo digital de los dominios físicos) hasta la fabricación digital (generación física de los dominios digitales) (Rodríguez, 2006).

Lo anterior establece para la actualidad la presencia absoluta de estas herramientas digitales para dar solución no solo a la creación de formas complejas en cuanto al diseño se refiere, sino también abarca la facilidad de la producción digital acercando cada vez más a dichas

figuras antes inconcebibles a una materialización un poco más acertada para con la interacción del ser humano.

Y para retomar con el estudio diacrónico de los elementos considerados útiles para la presente investigación, se plantea en este punto la época en la cual se originó el primer sistema CAD. Así nació en definitiva un hito histórico para la automatización de múltiples tareas en diversas actividades ejercidas por el hombre.

El sketchpad, desarrollado por Ivan Sutherland como tesis doctoral en el Massachusetts Institute of Technology en 1963, marcó el nacimiento de los sistemas de diseño asistido por computador (Computer-Aided Design o CAD, por su sigla en inglés) al proponer la primera interfaz gráfica de la historia: una pantalla en la que se podía dibujar con ayuda de un lápiz óptico (Cardoz & Capdevila, 2009).

Para la época, industrias como la automotriz y la aeronáutica se fascinaron con el potencial de esta tecnología como herramienta de diseño, pero para la arquitectura hubo que esperar no más de 15 años para que estos procesos evolucionaran y se convirtieran en parte importante para el dibujo arquitectónico. En principio para que el arquitecto adoptara estos nuevos sistemas digitales como parte de su labor diaria, fue para la época, un factor importante en el trayecto de la era digital el drástico descenso del precio en los ordenadores personales y claro, también la reducción del tamaño, porque en ese tiempo eran muy costosos y su tamaño ocupaban hasta una habitación completa.



Ilustración 38: Un modelo de UNIVAC 1108 del año 1969. El cambio en el tamaño de las computadoras fue el gran impulso para que fuera más accesible.

Así, en la década de los 80's nace el software AutoCAD de la compañía Autodesk como primera herramienta comercial para el diseño asistido por computadora y fue sin duda este, el salto que estaba esperando la arquitectura para dar el paso a la nueva generación de arquitectos que se formarían y se soportarían de esta herramienta digital pues “desde su fundación Autodesk ha sido la marca líder en el mercado de software para Dibujo, Arquitectura, Ingeniería, Diseño y Entretenimiento” (Gonzales, 2017) y en su variedad de productos se destacan por tener la facilidad de diseñar no solo edificios, también automóviles, barcos, prótesis y mucho más, y con la capacidad de aumentar la productividad de los usuarios que estén capacitados para aprovechar su versatilidad en el campo del diseño y la construcción.

Pero más allá del uso de software para la representación e ilustración de planos arquitectónicos, es para la presente investigación reseñar brevemente el uso de estas herramientas digitales y su relación con el diseño paramétrico, desde el cual parte la reflexión del presente trabajo. Otro software considerado importante para la industria del diseño y que revela una capacidad un poco más avanzada en el campo del modelado 3D ha sido Rhinoceros, que en 1990 la empresa *Robert McNeel & Associates* desarrollaría el software que permitiría también una “correcta realización de bocetos, planos, o de modelado 3D simples o complejos” (Carvajal, 2013).

En los últimos años, el crecimiento de Rhino en universidades, estudios, empresas, fábricas no solo se debe a su calidad en el desarrollo de geometrías complejas con gran facilidad, sino también a su introducción a una tendencia actual imparable en el mundo del diseño paramétrico / diseño generativo a través de su plugin Grasshopper (Carvajal, 2013).

Es muy común, que las compañías que producen los softwares siempre cuenten con paquetes de actualización de los productos que ofrecen, ya sea de tipo comercial (de pago) o de libre acceso al usuario, y esto permite que siempre se cuente con la disponibilidad y el uso de los programas para solucionar las nuevas demandas y dificultades en un mundo donde lo virtual

cada vez se ve más enfrentado a la realidad, y lo único que los separa es el espejismo generado por la pantalla chica.

Y para el caso de Rhino, el plugin Grasshopper no es una actualización que hace parte del programa, es solo un complemento que está orientado al diseño paramétrico, y este funciona como un editor de algoritmos con la característica de ser mucho más gráfico, y se encuentra incluido en el entorno de trabajo de Rhino.

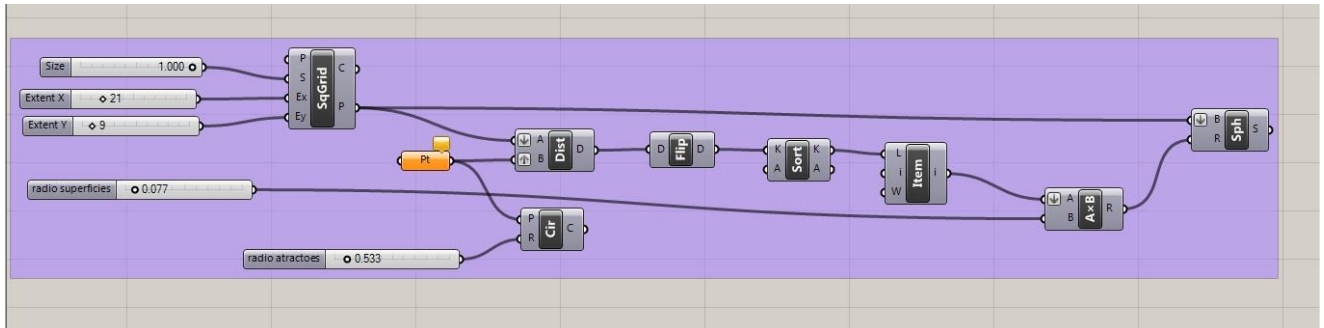


Ilustración 39: Interfaz gráfica de Grasshopper, en la cual los algoritmos están representados de forma visual. Elaboración propia, 2018.

La principal tarea de las herramientas digitales, es ser parte de la vida cotidiana del arquitecto, en esta era donde se contempla bastante lo digital, y con esto se dispone de una serie de recursos gráficos (elementos de geometría) indispensables a la hora de diseñar en arquitectura, muy similares a los usados en un entorno manual donde se aplica la técnica con el lápiz y se plasma sobre el papel. Principalmente recursos básicos de carácter bidimensional sobre el plano, como el punto y la línea, que por ejemplo conforman de manera esencial la representación de un plano con estos elementos; también de manera tridimensional usando superficies y sólidos en la representación de objetos con detalles a un nivel un poco más realista con el uso de texturas y color.

Es de apuntar que, “Rhino dispone de herramientas para crear y editar diferente tipos de objetos, entre ellos, las superficies. Una superficie de Rhino hace referencia a una membrana digital definida matemáticamente infinitamente delgada e infinitamente flexible. (Robert McNeel & Associates, 2014, pág. 11). En el primer capítulo ya se habló algo muy similar con las superficies regladas usadas por Gaudí. Pero en este caso las superficies son llevadas al mundo digital, y son puestas a prueba de acuerdo a como el diseñador y su destreza con el

software le permitan probar un nivel de complejidad mucho más avanzado en el desarrollo de su propuesta formal sobre un ambiente virtual.

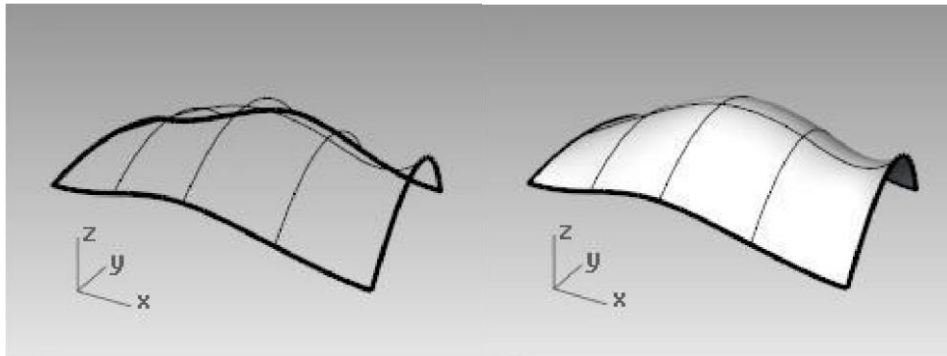


Ilustración 40: Superficies en Rhino, izq. superficie en visualización alámbrica, der. Superficie en modo sombreado. Fuente McNeel & Associates 2014.

*Otro tipo de objeto relacionado con una superficie es una **curva**. En terminología de Rhino, la palabra curva incluye líneas, polilíneas (segmentos de líneas rectas unidas entre sí de extremo a extremo), arcos, elipses, círculos o curvas de forma libre que generalmente son suaves (Robert McNeel & Associates, 2014, pág. 11).*

Para retomar con los elementos principales en la representación digital, es la línea “el medio gráfico fundamental para representar las formas que nos rodean y las ideas, creando un lenguaje que no necesita palabras. Es el elemento visual más importante del dibujo” (Área de dibujo, 2018). Originalmente concebida como una sucesión de puntos, con la cual el diseñador se expresa de manera dinámica dependiendo el medio que utilice para plasmar dichos componentes que son parte de la representación. La línea no solo es un medio de representación, ahora se adopta como un componente de una herramienta digital y se emplea para cambiar su aplicabilidad en la arquitectura, agregando cualidades de dirección como las que ofrecen los *vectores*, o componentes de jerarquía como la *escala*, y con el adecuado uso en un medio digital se visualizarán manifiestos de carácter descriptivo. Ahora, la representación digital se concibe como una ayuda para el diseñador y, agregando los procesos implícitos que estos implican se da a entender cada vez que el proyecto arquitectónico sigue enlazado con el diseño paramétrico y con las herramientas digitales.

Es preciso, para completar con los principales actores de la representación desde un medio digital culminar con el elemento más básico, pero de igual manera esencial para cualquier tipo de distintivo visual, es el *punto* la unidad fundamental de todo elemento visual, y al mismo tiempo el más simple, que por minúsculo que sea su configuración en el espacio es notorio para el más inadvertido espectador.

El punto causa curiosidad por su noble paso por el existir de un objeto visual que, al fin y al cabo, se compone de muchos de estos, es tal su importancia que incluso puede llegar a generar sensaciones y llamar la atención de aquellos observadores que, por pura casualidad un punto los vislumbro y absorbió su interés sobre el plano visual.

Como, por ejemplo, con “una multitud de puntos dispersos de forma variada o agrupados determinan gradaciones tonales, de manera que sugieren volúmenes, contornos, luces y sombras, mediante la situación de las zonas claras y oscuras, resultantes de la expansión y dispersión de puntos” (Área de dibujo, 2018).

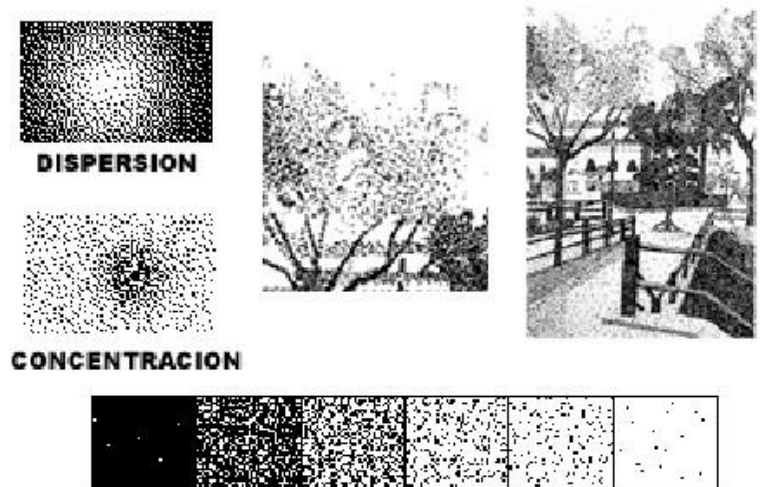


Ilustración 41: Cualidades de los puntos. Muchos puntos pueden generar la sensación de sombras u objetos sólidos. Fuente <http://www.arededibujo.es>, 2018.

También, es una constante que los softwares tengan esa capacidad de adaptarse a las circunstancias que va requiriendo cada diseñador en lo referente a sus experiencias, y se trata precisamente de ir a la par con las nuevas fundamentaciones y conceptos adoptados de otras

áreas ajenas a la arquitectura que posibilitan la aparición de nuevas cualidades en el desarrollo del software para asimismo cumplir con la demanda de nuevas ideas y diseños en la sapiencia del arquitecto.

Ahora se pretende demostrar las facultades de las herramientas digitales aplicada sobre los elementos básicos enunciados anteriormente (punto, línea, superficie, sólidos), los cuales se les facilitara la cualidad de ser parte del diseño paramétrico, empleando el software *Rhino* y su plugin *Grasshopper* para la aplicación de las variables que componen el diseño paramétrico.

En la práctica, el diseño paramétrico parte de su principal cualidad de surgir en las matemáticas, y para demostrar esta particularidad se presentan una serie de diagramas los cuales representan claramente el comportamiento de los puntos, líneas, superficies, y sólidos utilizados como base para posteriormente emplear las variables/parámetros que se complementan con funciones matemáticas escalares y vectoriales, siendo estas variables manipuladas por el diseñador quien controla la herramienta digital.

Con el fin de representar un sistema base, para su posterior interpretación en un ambiente virtual, se pretende determinar cómo poder manipular y controlar la representación gráfica de los elementos parametrizados con el fin de diagnosticar los espacios urbanos de una manera más expresiva, vinculando las geometrías dadas de forma digital sobre el espacio de estudio.

En la ilustración 42, se formalizan una serie de fases las cuales puntualizan las características de las herramientas digitales escogidas para su implementación y disposición como utensilios a favor de diagnosticar los espacios urbanos de pequeño formato, para encaminar así una analogía desde lo virtual con puntos y líneas sobre una superficie base, hasta su acercamiento real sobre un espacio urbano con las actividades propias del mismo.

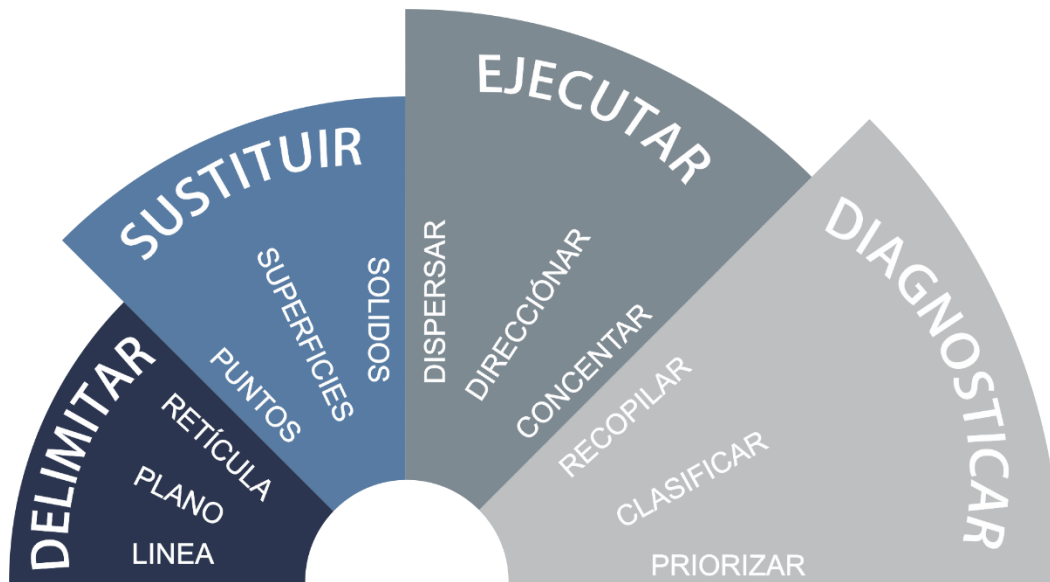


Ilustración 42: Diagrama que demuestra las fases usadas para el análisis de los espacios urbanos, otra vez del uso de medio digitales.

En primera instancia, en la fase (1) se usa la línea como elemento delimitador del espacio, es así tanto para un espacio virtual como en físico, y gracias a un componente de *Grasshopper* es que dos líneas forman una superficie que se visualiza en la fase (2), esta superficie es un acercamiento con referencia a delimitar el espacio de trabajo, dicho esto, el procedimiento es paramétrico por que el diseñador incluye variables al espacio de trabajo, como la que prosigue en la fase (3), en donde se divide la superficie en una retícula de puntos los cuales son de vital importancia porque ocupan todo el espacio de trabajo y por esto en la fase (4) se dejan de manifiesto solo estos elementos. En la fase (5) se agrega una geometría circular a cada punto en el espacio, reemplazando su ubicación con el fin de cubrir la superficie de trabajo para un mejor conocimiento de las variables que actúan sobre estas.

En la fase (6), se agrega un punto arriba de las geometrías proyectadas, este trabajara como objeto que desarrolla las variables sobre las geometrías, y en la fase (7) adquiere la cualidad de disipar de forma visual las geometrías actuando con un componente de tipo escalar. Este opera de manera inmediata recreando las figuras en su radio de acción, configurando la escala de estas de menor a mayor tamaño, dependiendo qué tan cerca se encuentre del punto atractor. Así mismo, en la fase (8) se trabaja con dos puntos atractores los cuales cumplen la misma función, manifestando que en su radio de acción se ejecuta una variable de tipo escalar, y percibiendo esta como una acción que sucede en la ubicación del punto atractor. Ya en la fase

(9), se usa la línea como elemento manipulador de la geometría, esta se divide en puntos que al mismo tiempo ejecutan su función escalar, y se aprecia la trayectoria afectada por el campo de acción de los puntos.

En las fases 10, 11, 12, los puntos atractores desempeñan su función a la inversa, la acción escalar se aplica de mayor a menor tamaño de acuerdo a la distancia de las geometrías con referencia a los puntos, igualmente se aprecia de manera visual que ocurre cuando se ubican los puntos en determinada posición del espacio.

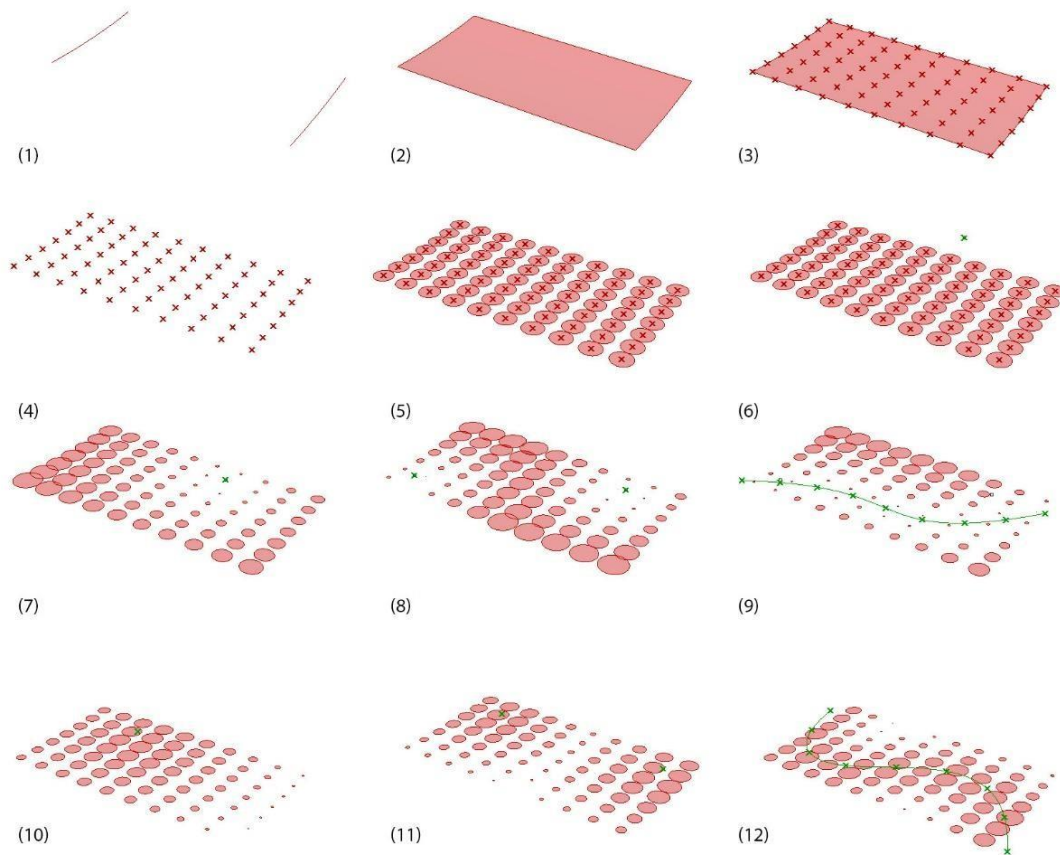


Ilustración 43: Fases del proceso de representación paramétrica, en la cual, se ponen de manifiesto elementos básicos del dibujo (punto, línea, geometrías) en las cuales actúan variables de manipulación matemáticas. Elaboración propia, 2018.

Es de notar, que el diseño paramétrico para la presente investigación, se aplica en parte a la representación, con la disposición de los elementos en el espacio de trabajo; esto con el fin de analizar la ubicación de las variables adicionadas en diferentes posiciones sobre un sitio en específico, y es deber del diseñador no solo observar lo que sucede, también se propone diagnosticar el espacio de acuerdo a la información facilitada por los diagramas, ya que como se contempló anteriormente, el factor escalar permite comprender que algo acontece en el área afectada por el punto, ya sea porque se dispersan o se condensan las figuras a las que se refiere el punto de acción. Y es así como un punto atractor en un espacio urbano, se convierte en una actividad urbana, ya sea que visualice conflictos o no con los demás elementos, y una línea podría ser catalogada como un patrón de movilidad, demostrando su componente vectorial de un punto a otro.

La ilustración 43, solo denota la información en un solo nivel, y para un mejor entendimiento de las variables, se propone cruzar los datos obtenidos de dos o más diagramas, sobre los cuales el diseñador actuara con base a la representación de la geometría, permitiendo así que el espacio de trabajo se convierta en un flujo constante de datos a interpretar.

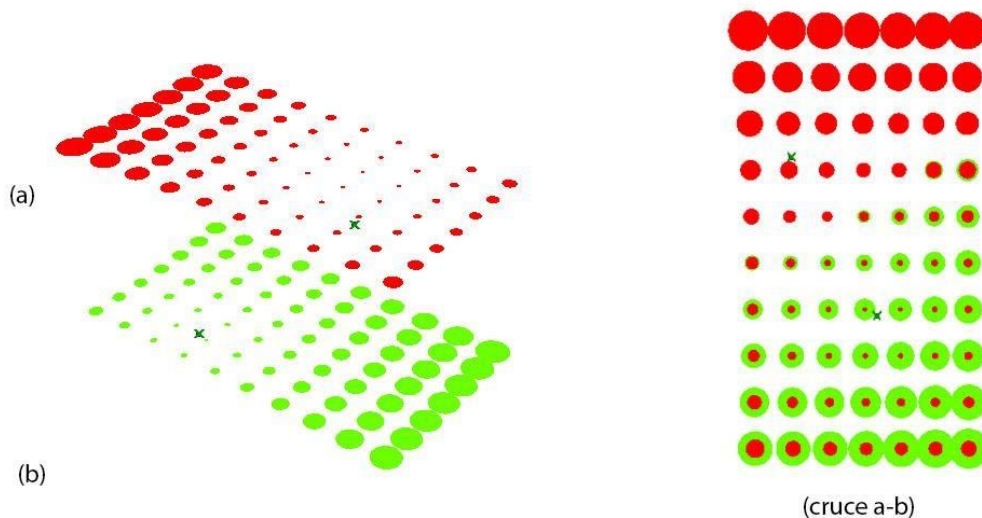


Ilustración 44: Cruce de variables geométricas, las cuales permiten un mejor análisis de la información para dar un diagnóstico acertado. Elaboración propia, 2018.

Para proseguir, en la ilustración 44, se puede observar cómo surge un cambio en el elemento geométrico que se ubica en la retícula de puntos, acá se reemplaza por un objeto de carácter sólido (esfera), que, a su vez refleja robustez en el espacio de trabajo.

El sólido, trabaja ahora como elemento de representación y crea la sensación de ocupar el espacio de manera tridimensional, ya que con esta característica el diseñador organizara el espacio de acuerdo a como los sólidos se vuelven más densos en cierta parte del sitio en específico, de acuerdo al punto atractor, que, al igual que en la ilustración 42 se usa el factor escalar y este da la sensación de densificar el espacio o por el contrario esparcir las esferas, con relación a que tan cerca se encuentran del punto atractor.

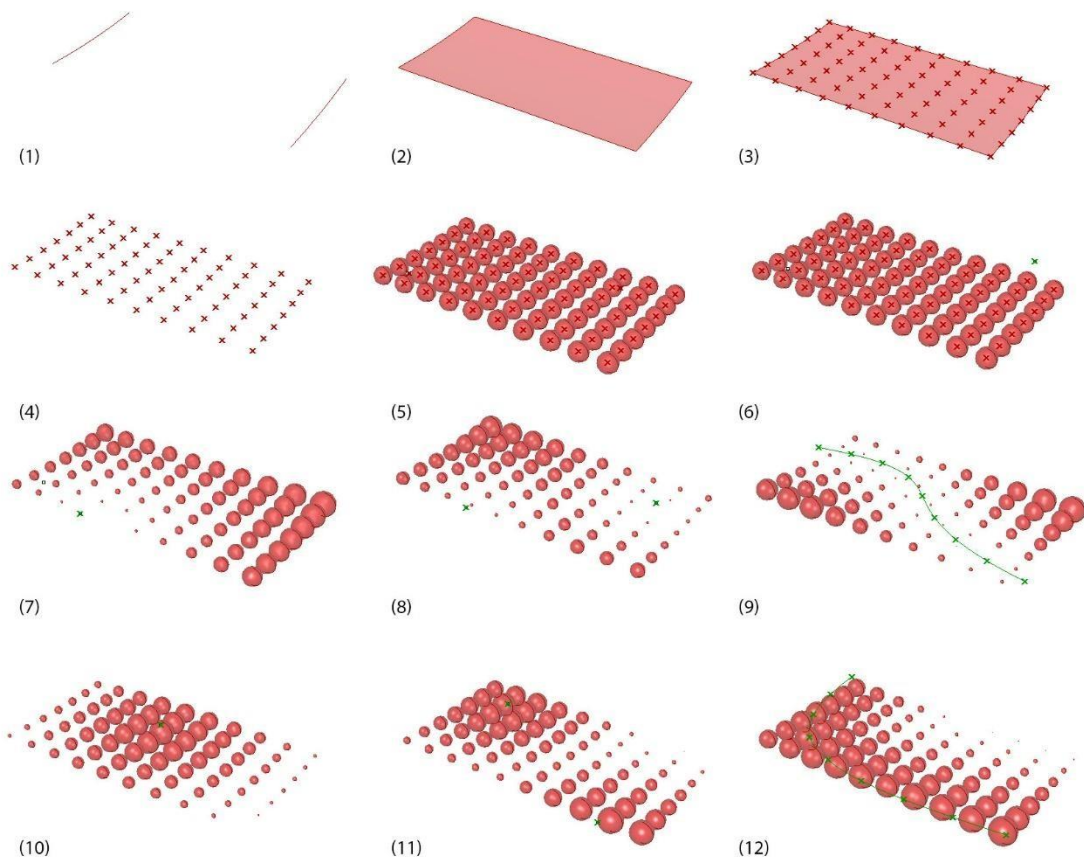


Ilustración 45: el espacio es ahora ocupado por objetos solidos, estos permiten al diseñador observar los puntos de enfoque desde otra dimension. Elaboración prooia, 2018.

Sera la capacidad de análisis del diseñador, lo que permitirá un acertado diagnóstico sobre el espacio de trabajo, de acuerdo a como relaciona los diferentes diagramas que son el resultado de las variables adicionadas como parámetros que configuran de manera visual una posible acción sobre el espacio a manipular. Cada diagrama, parte del diseño paramétrico como organizador de las condicionantes que trabajan en referencia al sitio de estudio, y desempeñan el valioso papel de fortalecer las cualidades del diseñador por medio de la observación, y el razonamiento, que se ejercitan en el proceso de dar solución a una problemática a través del diagnóstico, y se sintetiza toda la información para que posteriormente se defina una interpretación de todas las variables, llevando a cabo su posterior desarrollo sobre una adecuada solución.

3.3 Diagnóstico digital: Dinámicas digitales sobre del espacio urbano.

Pamplona es un municipio que se encuentra ubicado sobre la cordillera central al Nororiente de Colombia y es uno de los 40 municipios del Departamento Norte de Santander. Su localización geográfica hacia el suroccidente del departamento es de $07^{\circ} 22' 41''$ de latitud Norte y $72^{\circ} 39' 09''$ de longitud Oeste. El municipio de Pamplona pertenece a la Región Suroccidente del Departamento junto con los municipios de Pamplonita, Chitagá, Silos, Cúcota y Mutiscua. Pamplona cuenta con alturas hasta de 3800 metros sobre el nivel del mar (msnm), con variedad de pisos térmicos y ríos como el Pamplonita, el Chitaga y el Zulasquilla que aseguran una gran actividad de productos agrícolas durante todo el año. La extensión total del municipio es de 318 Km² y corresponde al 0.0274% de la extensión total del país. La extensión del suelo urbano es de 59.214 ha. La temperatura promedio para este municipio es de $15,4^{\circ}\text{C}$ a una altura de 2.300 msnm. (PBOT Pamplona, 2015).

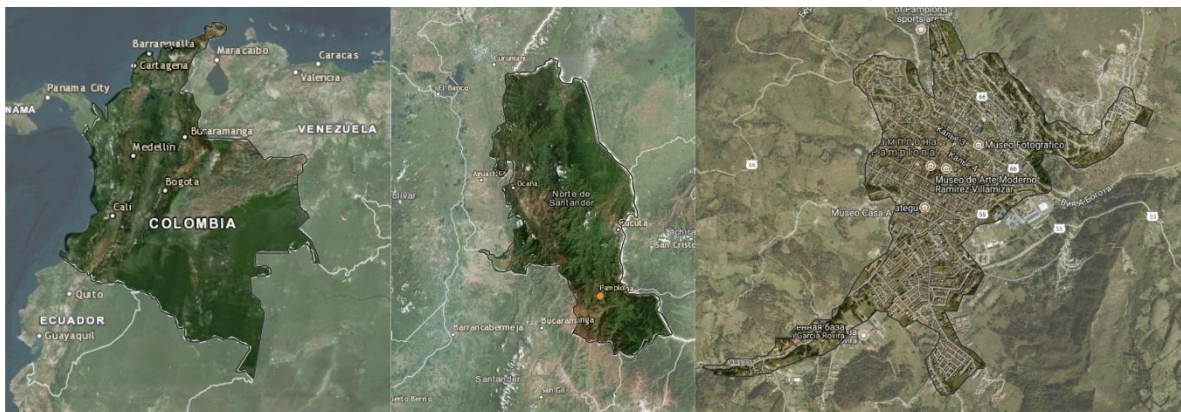


Ilustración 46: Localización a nivel nacional, Colombia - Norte de Santander - Pamplona.

El municipio de Pamplona es reconocido por poseer diversos calificativos, entre los cuales se destacan: el Valle de Ulago, Valle del Espíritu Santo, Ciudad Mitrada, Ciudad universitaria, Ciudad fundadora de ciudades, etc. y se hizo merecedora de todos estos apelativos ya que es una ciudad la cual destaca por su ardua labor a nivel regional como centro de la cultura, economía y de la educación, además de fortalecer la idiosincrasia del Norte Santandereano representado en la mayoría de su población que impulsa y fortalece el talento de personas trabajosas y consideradas de la tierra que los vio nacer. Pamplona es un municipio por el cual transitan algunos de los acontecimientos más importantes del país, como por ejemplo convertirse en la primera ciudad en declarar la independencia, el 4 de julio de 1810. Sus calles, están llenas de historias que datan de la Colonia, al igual que su arquitectura, en donde se resaltan y conservan sus preciados inmuebles como sus muy notorias catedrales, que recuperan la memoria histórica de la ciudad, y demás construcciones las cuales hablan por sí mismas de aquellas vivencias en épocas de guerra y devoción por alcanzar la libertad.

El sitio de estudio está localizado en la parte central del casco urbano, en el barrio San Agustín sobre la Avenida Celestino Villamizar, en el borde nor-oriental del casco urbano, entre las carreras 4 y 5. En los últimos años, este espacio urbano ha incrementado su actividad comercial, de manera que afecta directamente el transito activo de vehículos y peatones, considerando la movilidad como principal factor que genera conflictos en la ruta principal hacia el campus universitario. El espacio urbano cuenta con un área aproximada de 5200 m², en su entorno inmediato, limita con viviendas y cuenta con una pequeña parte de zonas verdes y espacio público sin urbanizar.

Aproximaciones con resultados parciales del diagnóstico sobre el espacio urbano seleccionado.

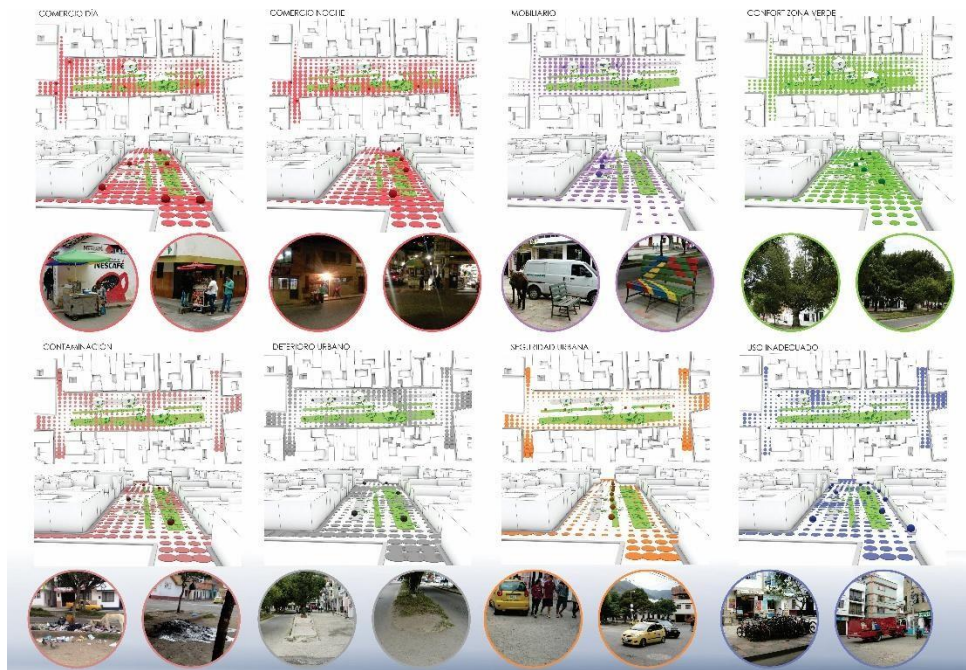
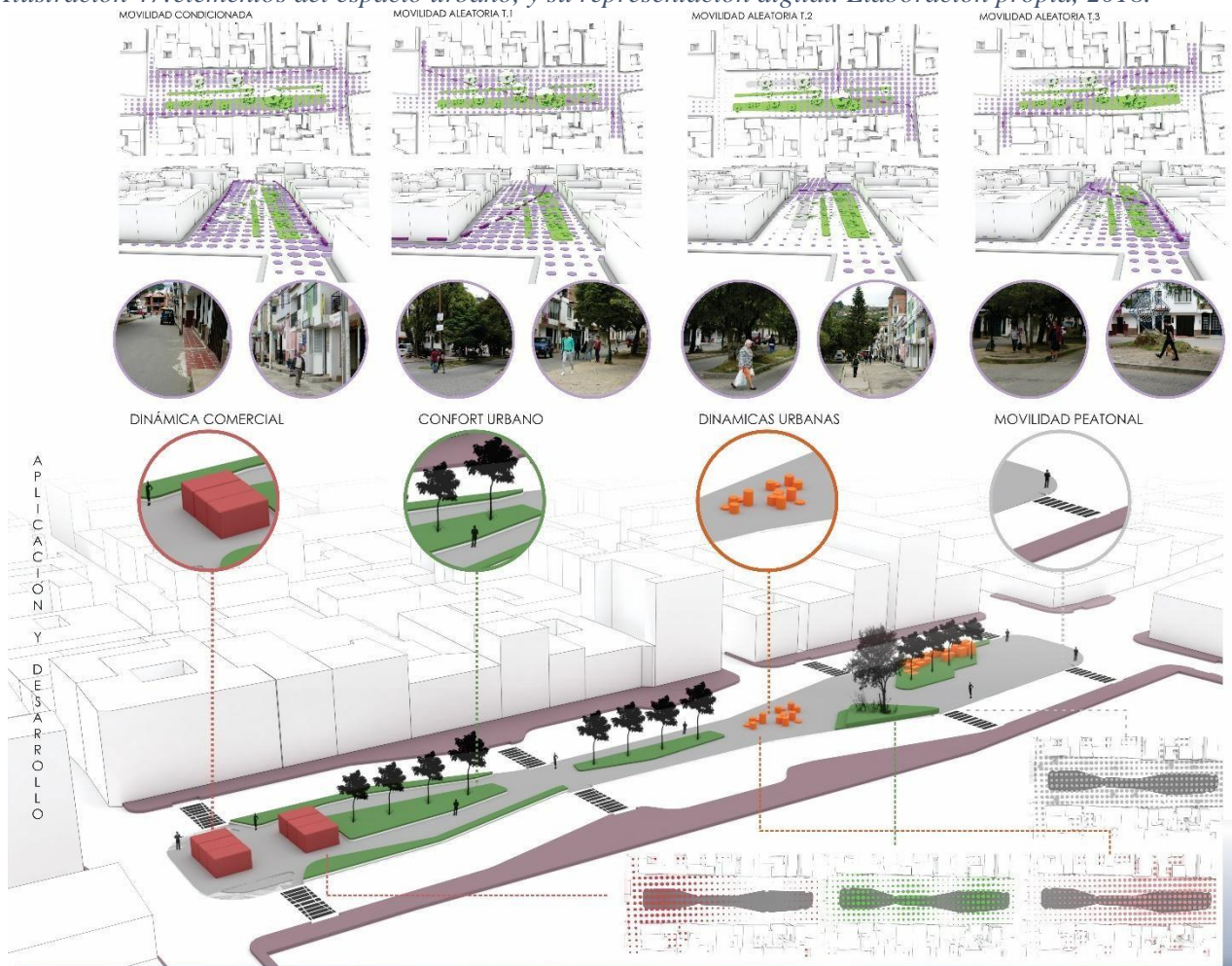


Ilustración 47: elementos del espacio urbano, y su representación digital. Elaboración propia, 2018.



CONCLUSIONES

Cabe resaltar, la disponibilidad que ofrece la arquitectura de ser una profesión flexible con la capacidad de adoptar múltiples disciplinas para su beneficio y para el provecho del hombre.

Para dar cumplimiento con las finalidades planteadas en la presente investigación, se logra determinar que el diseño paramétrico como paradigma del diseño en arquitectura promueve la curiosidad de todos aquellos interesados en descubrir y afrontar nuevos conocimientos en el campo de todas las posibilidades, y como individuos en constante evolución el hombre y sus herramientas se ven en la obligación de explorar más allá cuando se encuentran atrapados por los límites de sus saberes. La eficacia del diseño paramétrico, estuvo siempre enlazada al proceso de diseño en arquitectura, y es desde momentos preliminares a un caso de estudio que el diseñador determina los fundamentos de una necesidad, relacionados indirectamente a procesos lógicos/matemáticos que son fundamentales para el entendimiento y desarrollo de la propuesta.

La mixtura entre las técnicas de diseño tradicionales y la integración con los medios digitales permiten al usuario final (diseñador) una ventaja al momento de desarrollar y comprender no solo el origen del proyecto, sino también la adaptación de este como proceso de aprendizaje hacia una capacidad analítica y explorativa del principal objetivo a resolver. Son los

fundamentos de aquellos individuos que en busca de colmar su curiosidad se ofrecen como participantes y creadores de los nuevos paradigmas en el diseño arquitectónico, y es de su interés promover todos aquellos procesos que se vinculan hacia un buen perdurar de la profesión, produciendo nuevos soportes que representan tal vez la atención de la arquitectura por enlazar sus facultades hacia demás disciplinas relacionadas con el diseño.

Se determina, que el diseño paramétrico como herramienta de diseño orientada al diagnóstico, desarrolla y fortalece cualidades en el pensamiento analítico que son claves en la resolución de problemas, esto con base en la experiencia y la lógica del diseñador sobre las fases de diagnóstico orientadas a definir la problemática causante del proceso de análisis, y por lo cual este tipo de razonamiento es natural y propio del arquitecto.

Referencias Bibliográficas.

- Aísa, I. (2012). ARQUITECTURA Y SENSIBILIDAD. Filosofía en la arquitectura de Juhani Pallasma. *Thémata. Revista de Filosofía*(45), 13-21. Obtenido de <https://revistascientificas.us.es/index.php/themata/article/view/446>
- ARQ. (2001). ¿Qué es diseño? entrevista con Charles Eames. *ARQ, Diseñadores en Chile*(49), 10. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37504906>
- Aurousseau, M. (octubre de 1921). The distribution of population: a constructive problem. *The Geographical Review, XI*(4), 563-592. New York: Cit. por DCKINSON, R. E.: Ciudad, región y regionalismo, trad. cast. por Angel Abascal, Barcelona, Editorial Omega, 1961, pág. 42.
- Baixas, J. (2006). Atracción de lo virtual, voluntad de lo real. *ARQ (Santiago)*(63), 39-41. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/arq/n63/art09.pdf>
- Baker, G. (1988). *Le corbusier. Análisis de la forma*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Baker, G. H. (1985). *Le corbusier, analisis de la forma*. Barcelona, España: Gustavo Gili S.A.
- Bazant, J. (2010). *Espacios urbanos, historia, teoría y diseño*. Limusa: Mexico.
- Bianchi, A. S. (2003). Resumen: T-021, Herramientas digitales en el proceso de diseño en el taller de arquitectura. *Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, Comunicaciones científicas y Tecnológicas 2003*. Obtenido de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/07Tecnologicas/T-021.pdf>
- Calduch, J. (2001). *Temas de Composición Arquitectónica: Espacio y lugar*. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario.

- CEDAC. (1983). La forma, la función y el significado en la arquitectura. *Arquitecturas del sur*(1), 1616.
- Celedon, A. (2016). Huellas. *ARQ (Santiago)*(93), 68-79.
doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S071769962016000200009>
- Ching, F. (1995). *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Correal, G. D. (2007). EL PROYECTO DE ARQUITECTURA COMO FORMA DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO: HACIA LA INVESTIGACIÓN PROYECTUAL. *Revista de Arquitectura*, 9, 4858.
- Davis, D. (2013). Los orígenes del término paramétrico. (F. Alonso, Trad.) Obtenido de <http://fernandoalonsoarchitect.blogspot.com.co/2017/01/historia-del-disenoparametrico.html> der Maas, S. (2011). El diagrama en la arquitectura. *DEARQ - Revista de Arquitectura*(8), 32-43.
- Eljuri F, A., & Valvueda, R. E. (mayo-agosto de 2009). Consideraciones arquitectónicas en la estética de Kant. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 10(2), 224-236.
- Erazo C, E. D., & Muños G, G. (Julio-Diciembre de 2007). Las mediaciones tecnológicas en los procesos de subjetivación juvenil: interacciones en Pereira y Dosquebradas, Colombia. (C. d. CINDE, Ed.) *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 5(2), 723754.
- Fox, T. H. (2009). Reflexiones en torno al proceso de diseño en arquitectura. *Revista AUS*(5), 4-9.
- Fracalossi, I. (30 de Junio de 2016). *Reflexiones sobre la Utilidad en Arquitectura*. Obtenido de ArchDaily Colombia: <http://www.archdaily.co/co/789178/reflexiones-sobre-la-utilidad-enarquitectura>
- Fragoso, O. (2008). El Diseño como actividad multidisciplinaria. *Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle*, 8(29), 55-68.
- Fraile, M. (septiembre de 2012). El nuevo Paradigma Contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital. *memorias de las XXVI Jornadas de Investigación. VIII Encuentro Regional SI+PI Proyecto Integrar, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, de la Universidad de Buenos Aires*. Argentina.
- Fraile, M., Minafro, M., & Piantanida, S. (octubre de 2016). Arquitectura del siglo XXI: El uso de modelos paramétricos digitales para la ideación del proyecto contemporáneo. *Memorias de las XXX Jornadas de Investigación. y XII Encuentro Regional SI+ Configuraciones, acciones y relatos, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, de la Universidad de Buenos Aires*,.
- García Alvarado, R., & Lyon Gottlieb, A. (2013). Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones. *ARQUISUR*, 1(3), 20-31. doi:<http://dx.doi.org/10.14409/ar.v1i3.938>
- Gobierno de Canarias. (7 de marzo de 2018). *Ciencias para el mundo contemporáneo*. Obtenido de http://www3.gobiernodecanarias.org/aciisi/cienciasmc/web/anexos/08_historiaciencia.html

- Guerra, H. (2014). La analogía como instrumento de la argumentación inductiva. Una propuesta para su enseñanza. *Política y Cultura*(42), 211-227.
- Heidegger, M. (1994). "Construir, habitar, pensar". *Conferencias y artículos*, 127-142. (I. Agoff, Trad.) Ediciones del Serbal.
- Heidegger, M. (2000). *Nietzsche I*. Barcelona: traducción de Juan Luis Vermal.
- Hernandez Martinez, A. (2008). La arquitectura del Movimiento Moderno: entre la desaparición y la reconstrucción Un impacto cultural de larga proyección. *APUNTES*, 21(2), 156-179. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v21n2/v21n2a02.pdf>
- Illich, I. (1985). La reivindicación de la casa. En *Alternativas II*. Mexico: Joaquín Mortiz/Planeta.
- Instituto Cervantes . (2003). *Gaudí. Obra. Naturaleza y geometría*. Obtenido de <https://cvc.cervantes.es/actcult/gaudi/geometria.htm>
- Kaled, M. A. (2016). Diseño Paramétrico - Aproximaciones al diseño generativo y su aplicación en el diseño industrial. *Trabajo de grado para optar por el título de diseñadora industrial*, 115. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Kandinsky, W. (1989). *De lo espiritual en arte*. Mexico: Premia editora S.A.
- Kant, I. (1997). *Crítica del Juicio*. (Manuel García Morente, Trad.) Madrid: Editorial Espasa Calpe, S.A.
- Kepes, G. (1969). *Language of vision*. Buenos Aires: Ediciones infinito.
- Kliczkowski, H. (2003). *Antoni Gaudí*. Barcelona, España: Loft Publications.
- Lynn, G. (1997). *Animate Form*. New York: Princeton Architectural Press.
- Ministerio de Educación. (26 de abril de 2018). *Serie lineamientos curriculares, Educación artística*. Obtenido de [Mineduacion.gov.co](https://www.mineduacion.gov.co): https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles339975_recurso_4.pdf
- Miret, S. (2014). CONECTIVIDAD HÍBRIDA MATRIZ FICCIONAL EN CONTEXTOS INDETERMINADOS. *Trabajo de grado para optar por el título de Master en Investigación Proyectual*. Universidad de Buenos Aires, 141p.
- Miret, S. (13 de abril de 2018). *Generaciones digitales*. Obtenido de www.santiagomiret.com: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2010/administracionconcursos/archivos_conf_2013/890_54060_913con.pdf
- Miret, S. (17 de abril de 2018). *LA TÉCNICA Y EL AUTOR EN LA ERA DIGITAL*. Obtenido de www.santiagomiret.com: https://docs.wixstatic.com/ugd/d06d37_2013c8efc57c4191b9cc9db60425f35e.pdf
- Miret, S. (10 de abril de 2018). *Procesos proyectuales algorítmicos en estrategias de diseño no lineales*. Obtenido de www.santiagomiret.com: https://docs.wixstatic.com/ugd/d06d37_cca7ef1ce505437f9ddc71f4335042ed.pdf

- Mosquera, J. (Enero-junio de 2012). Síntesis dialógica para la formación en arquitectura. (Universidad Santo Tomás Colombia, Ed.) *Revista M*, 9(1), 62-77.
- Navarrete, S. (2014). Diseño paramétrico: El gran desafío del siglo XXI. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*(49), 63-72.
- OCW-UV . (08 de marzo de 2016). Introducción a los Sistemas CAD/CAM/CAE. *Material de clase*. Open Course Ware de la Universitat de València. Obtenido de http://ocw.uv.es/ingenieria-y-arquitectura/expresion-grafica/eg_tema_2.pdf
- Olmos, A. (2013). DE LO ANÁLOGO A LO PARAMÉTRICO. Cambios sustanciales en la enseñanza del proceso del diseño; atacando desde la base... *I Seminario La Representación en el proyecto arquitectónico. Reflexiones y experiencias*. Medellín.
- OMA, Koolhaas, R., & Mau, B. (1995). *S, M, L, XL*. New York: The Monacelli Press.
- Ortega, L. (2009). *La digitalización toma el mando*. España: Gustavo Gilli.
- Ortega, L. (2009). *La digitalización toma el mando* (1 ra ed.). Barcelona: Editorial Gustavo.
- Pallasma, J. (2006). *Los ojos de la piel. la arquitectura y los sentidos*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- Paniagua Aris, E., & Roldán Ruiz, J. (2014). Traer a la presencia y dialogar con el lugar. *Arquitectura y Urbanismo*, 10(2), 124-133.
- Picon , A. (2009). Arquitectura, ciencia, tecnología y el reino de lo virtual. *La digitalización toma el mando*,. España: Editorial Gustavo Gilli.
- Pinochet, D. I. (abril de 2009). FORMA DIGITAL/FORMA CONSTRUIDA. Diseño y construcción de sistemas paramétricos a partir de algoritmos generativos. *Tesis proyectual para optar al Título de arquitecto y al grado de Magister en arquitectura*, 115. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Remes, P. (2015). Seminario teoría del proyecto. *Maestría de proyectos arquitectónicos MAP [ua]*, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Rivera, J. A. (2009). Gaudí y las matemáticas. La sagrada Familia. *Temas para la educación*, 4. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docuipdf.aspx?d=5274&s=>
- Rosado, E. (2016). Departamento de Matemática aplicada, ETS Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. *Lección Regladas, apuntes de clase*. Obtenido de http://dma.aq.upm.es/profesor/rosado_e/Leccion_Regladas.pdf
- Sandoval, M. T. (enero-junio de 2014). HERRAMIENTAS DE DISEÑO Y ARQUITECTURA. LA RELACIÓN INTRÍNSECA. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*(15), 39-56.
- Sandoval, M. T. (2014). HERRAMIENTAS DE DISEÑO Y ARQUITECTURA. LA RELACIÓN INTRÍNSECA ENTRE HERRAMIENTAS Y DISEÑO. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*(15), 39-56.
- Schumacher, P. (2008). Parametricismo como estilo – manifiesto parametricista. Londres, Club Dark Side, 11ª Bienal de Arquitectura de Venecia.

Scott, R. G. (1970). *Fundamentos del diseño*. (M. Del castillo, Trad.) BUENOS AIRES: EDITORIAL VICTOR LERU.

Smailes, A. (1953). *The Geography of towns*. Londres: Hutchinson.

Taut, B. (1920). "Was ist Perspektive? - Wenn eine Leiche ein Auge zukneift". En *Frühlicht*. Zirkel, Berlin.

Valdivia, L. (2006). Sobre principios de la representación arquitectónica. *ARQ*(64), 40-43.
doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962006000300009>

Vasilica Cotofleac. (2009). Kant. Concepto e idea estética en la arquitectura. *A Parte Rei: revista de filosofía*(64).

Woodbury, R. (2010). *Elements of Parametric Desing*. New York: Routledge.